HELYSZÍNI RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATOK

DR. KAUSAY TIBOR

Budapest, 2012. október
Frissítve: 2020. június

FIGYELEM: Kifejezetten a fém- és a betonkorrózióval foglalkozik a 178 számú előadás, külön a betonkorrózióval pedig a 183 számú (de van bennük sok ismétlés)!

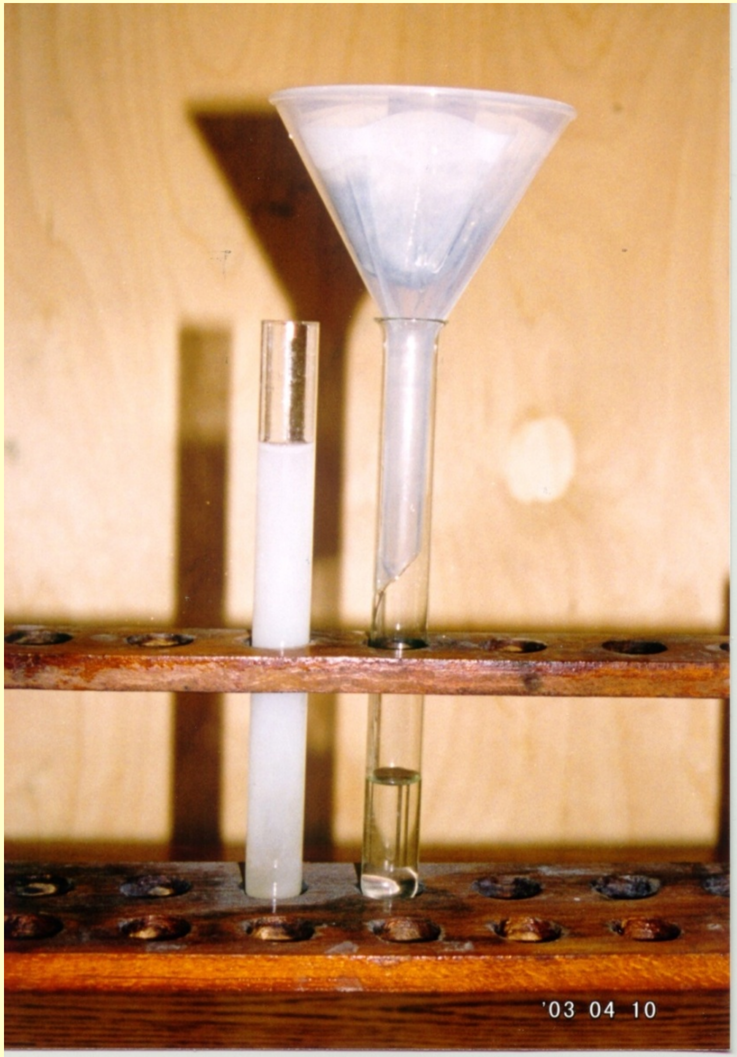
VEGYSZERES

KVALITATÍV VIZSGÁLATOK



Kloridok (például jégolvasztó-só) kimutatása 2 %-os salétromsavban feloldott pormintából







A salétromsavas oldatot leszűrjük, és a szűrlethez ezüst-nitrát oldatot adunk. Ha a szűrlet az ezüst-nitrát oldattól opálosodik, akkor a porminta kloridionokat tartalmaz.

MSZ 4798:2016 betonszabvány 15. Táblázata A beton alkalmazása	Klorid-tartalom-osztály [a)]	A legnagyobb Cl^--tartalom a cement*tartalom* tömegszázalékában [b)]
Nem tartalmaz acélbetétet vagy más beágyazott fémet, kivéve a korrózióálló emelőfüleket	Cl 1,0	1,0%
Acélbetétet vagy más beágyazott fémet tartalmaz	Cl 0,20	0,20%
	Cl 0,40 [c)]	0,40% [c)]
Feszített acélbetétet tartalmaz	Cl 0,10	0,10%
	Cl 0,20 [c)]	0,20% [c)]

[a)] Különleges betonfelhasználás esetén az alkalmazott osztály függ a beton felhasználási helyén érvényes utasításoktól.

[b)] Ha II típusú kiegészítőanyagot alkalmazunk, és ezt beszámítjuk a cementtartalomba, akkor a cement + teljes mennyiségű kiegészítőanyag tömegszázalékában kifejezett kloridion az a kloridtartalom, amelyet számításba kell venni. ⟶

[c)] *Kizárólag nedvességtől elzárt térben lévő szerkezetek esetén szabad megengedni.*

Részlet az MSZ 4798-1:2004 betonszabványból

3.1.23. KIEGÉSZÍTŐANYAG

A betonban annak érdekében használt, és *a keverési folyamat* során *adagolt* finom szemű anyag, hogy a beton egyes tulajdonságai javuljanak vagy különleges feltételeknek feleljen meg. E szabvány a szervetlen kiegészítőanyagok két fajtájával foglalkozik:

- **közel inert (kémiai reakcióba nem lépő) kiegészítőanyagok (I. típus), mint például a mészkőliszt,**

- **kötési folyamatban résztvevő, puccolános, például a trasz vagy latens hidraulikus, mint például a hidraulikus kohósalak, a savanyú pernye, a savanyú szilikapor, a ritkán előforduló bázikus pernye kiegészítőanyagok (II. típus).**

Karbonátosodás vizsgálata fenolftalein oldattal



A beton friss törésfelületét **alkoholos fenolftalein oldattal** ecseteljük. Az oldat hatására a beton törésfelületének nem-karbonátosodott, azaz lúgos kémhatású, mintegy 9 pH értéknél (nagyobb) **bázikusabb** része lila (kárminvörös) színűre változik. A beton felszínéhez közeli, színét nem változtató része karbonátosodott, és ebből a karbonátosodás mélysége megállapítható.

Magyarázat: A fenolftalein $[C_{20}H_{12}O_2(OH)_2]$ színtelen, szagtalan, ízetlen por. Vízben nem oldódik. Lúgok sóképzés közben oldják. Lúgos oldata kárminvörös, savas és semleges közegben színtelen.

A betonok és habarcsok karbonátosodással szembeni ellenálló képességét gyorsított vizsgálattal, laboratóriumi próbatesten az MSZ EN 13295:2004 szabvány szerint kell meghatározni. A vizsgálat során az 1,0 % CO_2-tartalmú, (21 ± 2) °C hőmérsékletű, (60 ± 10) % relatív nedvesség-tartalmú légtérben lévő próbatest karbonátosodási mélységének változását mérik az MSZ EN 14630:2007 szerinti fenolftaleinos próbával, az idő függvényében.

MSZ EN 13295:2004 Termékek és rendszerek a betonszerkezetek védelmére és javítására. Vizsgálati módszerek. A karbonizációval szembeni ellenálló képesség meghatározása

MSZ EN 14630:2007 Termékek és rendszerek a betonszerkezetek védelmére és javítására. Vizsgálati módszerek. A megszilárdult beton karbonátosodási mélységének meghatározása fenolftaleines módszerrel

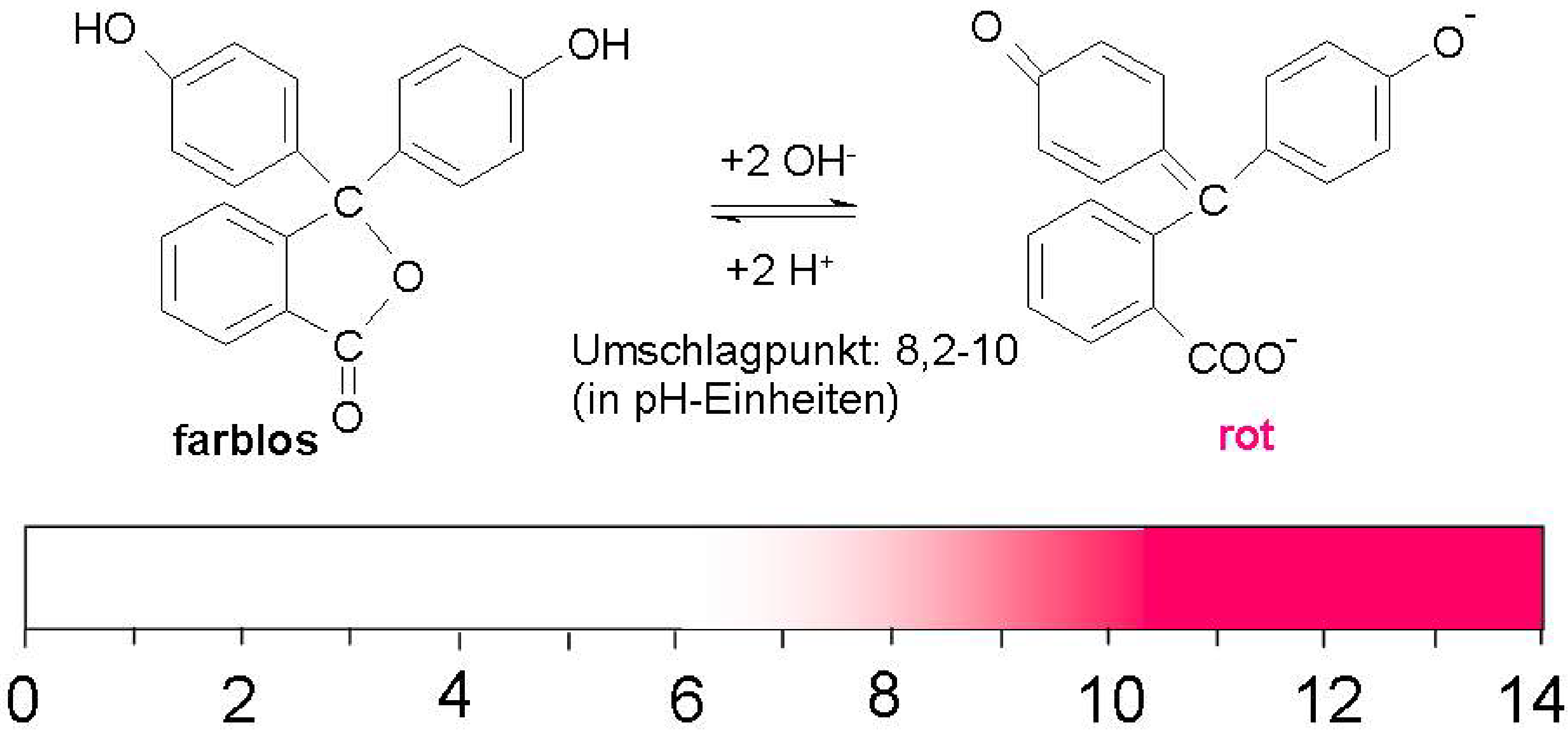
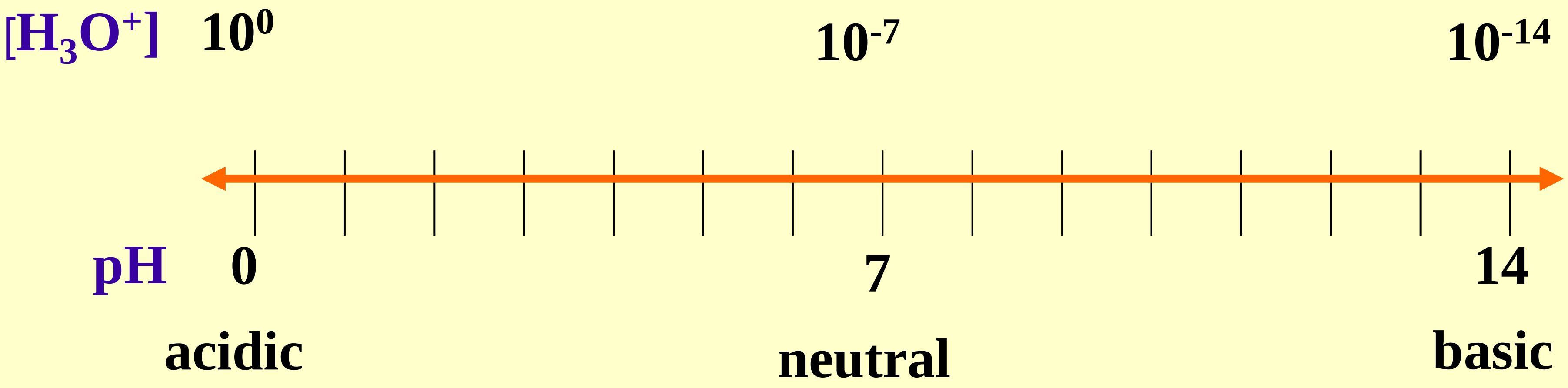


Abb.: Dissoziation von Phenolphtalein (pKs 9,4)

KARBONÁTOSODOTT **LÚGOS**

http://www.chempage.de/lexi/phenolphthalein.htm

$pH = - \log [H_3O^+]$



pH skála

Sav-bázis indikátorok színátcsapása
(Ebbing: General Chemistry, 1987)



Az alkoholos fenolftalein oldatnál megbízhatóbb módon lehet a karbonátosodási mélységet alkoholban oldott timolftaleinnel kimutatni, mert az érzékenyebben jelzi a kémhatás megváltozását.

Lúgos oldatban, ha a pH =10 vagy annál nagyobb, az alkoholos timolftalein oldat kék színű. A beecsetelt betonfelületen a timolftalein oldat már akkor színtelenné válik, ha a pH értéke 10 alá csökken.

Ha a karbonátosodás eléri a betonacélt, akkor annak megszűnik a lúgos környezete, és nedvesség + levegő jelenlétében el kezd korrodálni.

További megjegyzés:

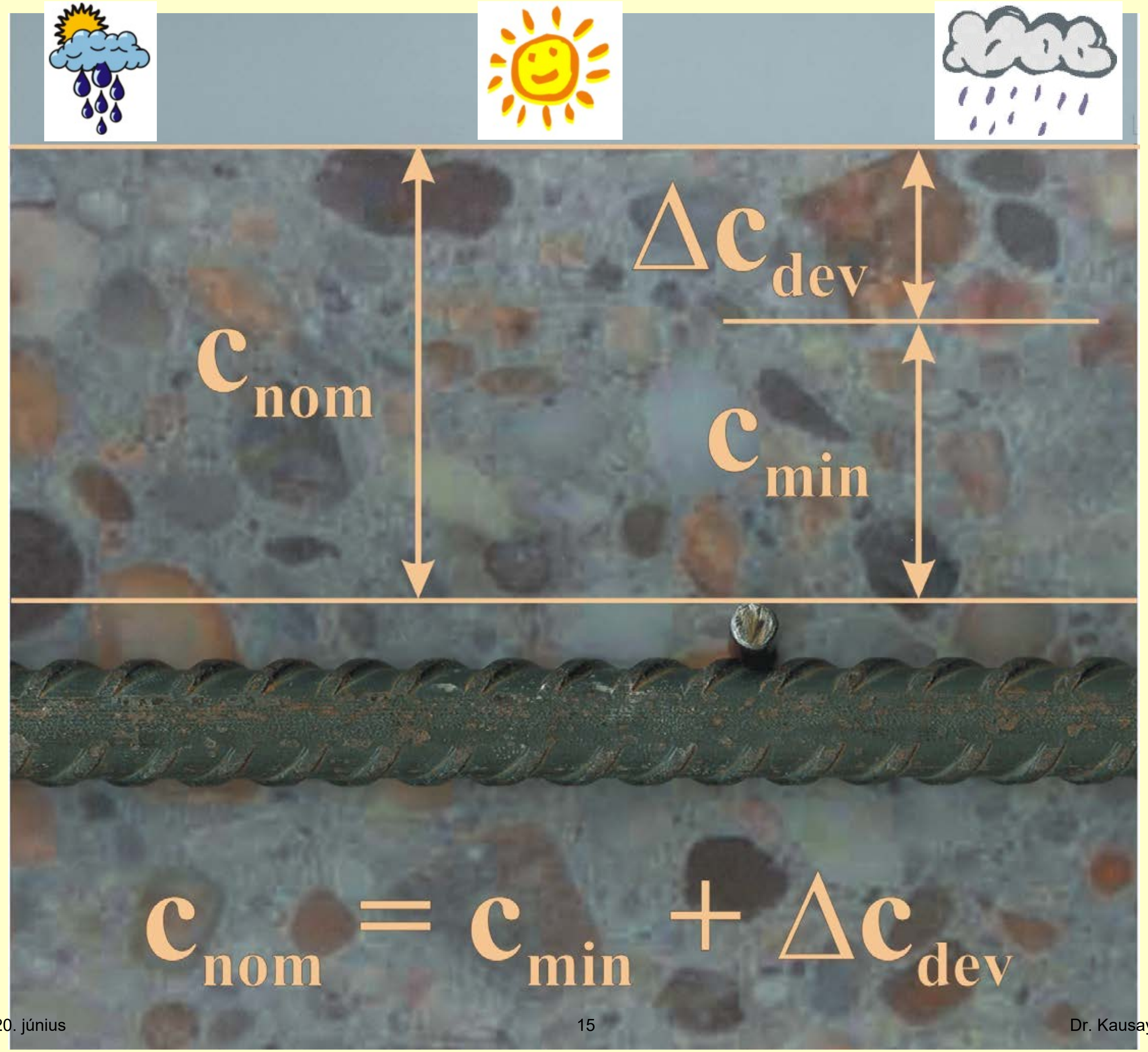
A karbonátosodott zónában a klorid-ion (pl. jégolvasztó-só) a cementkőben nem kötődik meg, és a klorid nedvszívó hatása folytán növekszik a víztartalom.

Fogalom-meghatározás:

Minden cementkő tartalmaz szabad kalcium-hidroxidot. A beton felszíne érintkezik a levegővel, és a felszín közelében a cementkő szabad kalcium-hidroxid-tartalma a levegő szén-dioxid-tartalmával először kalcium-hidrokarbonáttá, majd víz felszabadulása közben semleges kémhatású kalcium-karbonáttá alakul:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

B e t o n f e d é s



NAD N1. táblázat: Környezeti feltételek miatt szükséges legkisebb betonfedés $c_{min,dur}$ értékei MSZ EN 10080 szerinti hegeszthető betonacélok esetén

A környezeti követelmény: $c_{min,dur}$ [...]

A szerkezeti osztály jelölése	*Környezeti osztály az 1.,* [...]							
	X0 X0v(H) a)	XC1	XC2 XC3	XC4 XF1 a) XV3(H) a)	XD1 XS1 XF2 a) XF3 a) XA1 a) XK1(H) a)	XD2 XS2 XF2(H) a) XF3(H) a) XF4 a) XA2 a) XA4(H) a) XK2(H) a)	XD3 XS3 XF4(H) a) XA3 a) XA5(H) a) XV2(H) a) XK3(H) a)	XA6(H) a) XK4(H) a)
S1	10	10	10	15	20	25	30	35
S2	10	10	15	20	25	30	35	40
S3	10	10	20	25	30	35	40	45
S4	10	15	25	30	35	40	45	50
S5	15	20	30	35	40	45	50	55
S6	20	25	35	40	45	50	55	60

a) Az MSZ EN 1992-1-1 szabvány 4.4.N táblázatának kiegészítése.

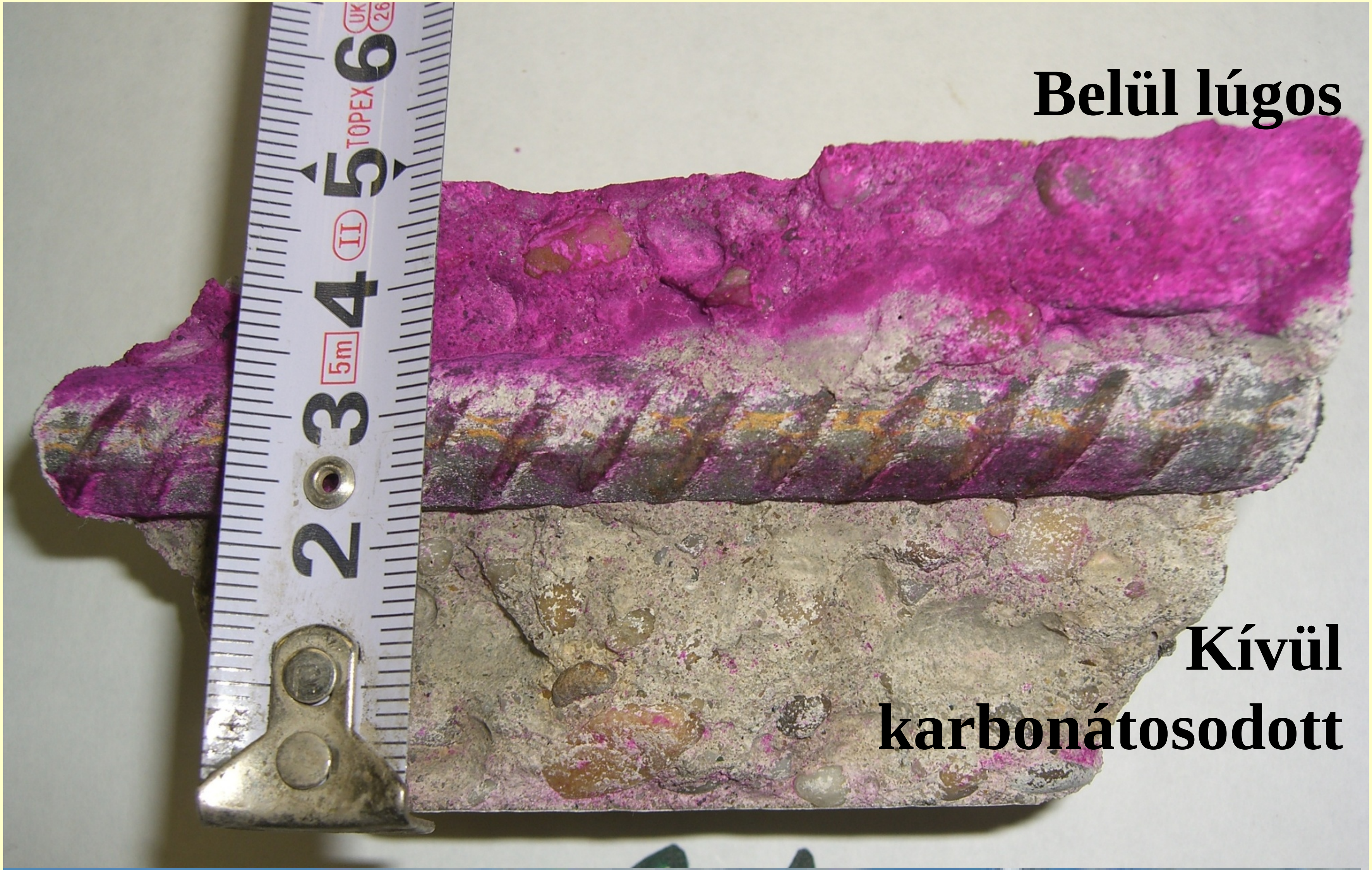
NAD N2. táblázat: Környezeti feltételek miatt szükséges legkisebb betonfedés $c_{min,dur}$ értékei prEN 10138 szerinti feszítőacélok esetén

A környezeti követelmény: $c_{min,du}$…								
A szerkezeti osztály jelölése	Környezeti osztály az 1. és a 2. valamint a NAD 4.1. táblázat szerint							
	X0 X0v(H) [a]	XC1	XC2 XC3	XC4 XF1 [a] XV3(H) [a]	XD1 XS1 XF2 [a] XF3 [a] XA1 [a] XK1(H) [a]	XD2 XS2 XF2(H) [a] XF3(H) [a] XF4 [a] XA2 XA4(H) [a] XK2(H) [a]	XD3 XS3 XF4(H) [a] XA3 [a] XA5(H) [a] XV2(H) [a] XK3(H) [a]	XA6(H) [a] XK4(H) [a]
S1	10	15	20	25	30	35	40	45
S2	10	15	25	30	35	40	45	50
S3	10	20	30	35	40	45	50	55
S4	10	25	35	40	45	50	55	60
S5	15	30	40	45	50	55	60	65
S6	20	35	45	50	55	60	65	70

[a] Az MSZ EN 1992-1-1 szabvány 4.5.N táblázatának kiegészítése.

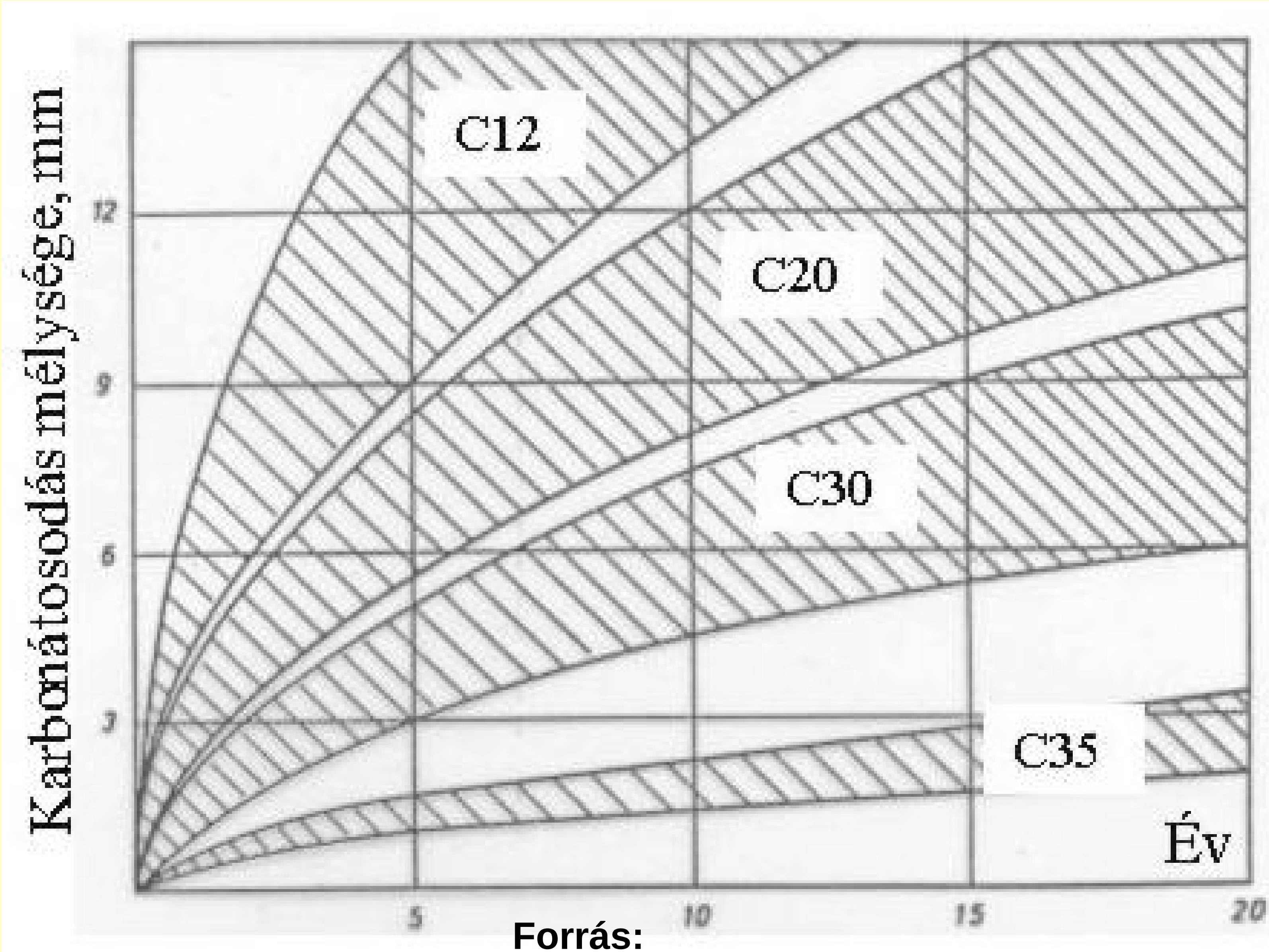
MSZ 4798:2016

Jel	Környezeti hatás	
XC1	Karboná-tosodási korrózió hatása	Száraz vagy tartósan nedves környezet
XC2 – XC3		Nedves, ritkán száraz – Mérsékelten nedves
XC4		Váltakozva nedves és száraz
XS1 – XS3	Tengervízből származó kloridok korróziós hatása	
XD1 – XD3	Nem tengervízből származó kloridok korróziós hatása	
XF1	Fagy- és olvasztósó hatása	Mérsékelt víztelítettség, jégolvasztó sózás nélkül, légbuborékképzőszer nélkül
XF2		Mérsékelt víztelítettség, jégolvasztó sózással, légbuborékképzőszerrel (és anélkül: XF2(H))
XF3		Nagy víztelítettség, jégolvasztó sózás nélkül, légbuborékképzőszerrel (és anélkül: XF3(H))
XF4		Nagy víztelítettség, jégolvasztó sózással, légbuborékképzőszerrel (és anélkül: XF4(H))
XF2(H)–XF3(H)		Jégolvasztó sózással és anélkül, légbuborékképzőszer nélkül
XA1 – XA3	Talaj és talajvíz okozta kémiai korrózió, például szulfátkorrózió hatása	
XA4(H) – XA6(H)	Szennyvizek és egyéb agresszív folyadékok, például savak okozta kémiai korrózió	
XK1(H)–XK4(H)	Kopásállóság igénye	
XV1(H)–XV3(H)	Vízzáróság igénye	


Belül lúgos
Kívül karbonátosodott


Belül
Leváló félben lévő betonfedés,
a rozsda repesztő hatása
Kívül, betonfedés
2008/3/3 13:13

Karbonátosodás mélysége az idő és a beton nyomószilárdsági osztálya függvényében.

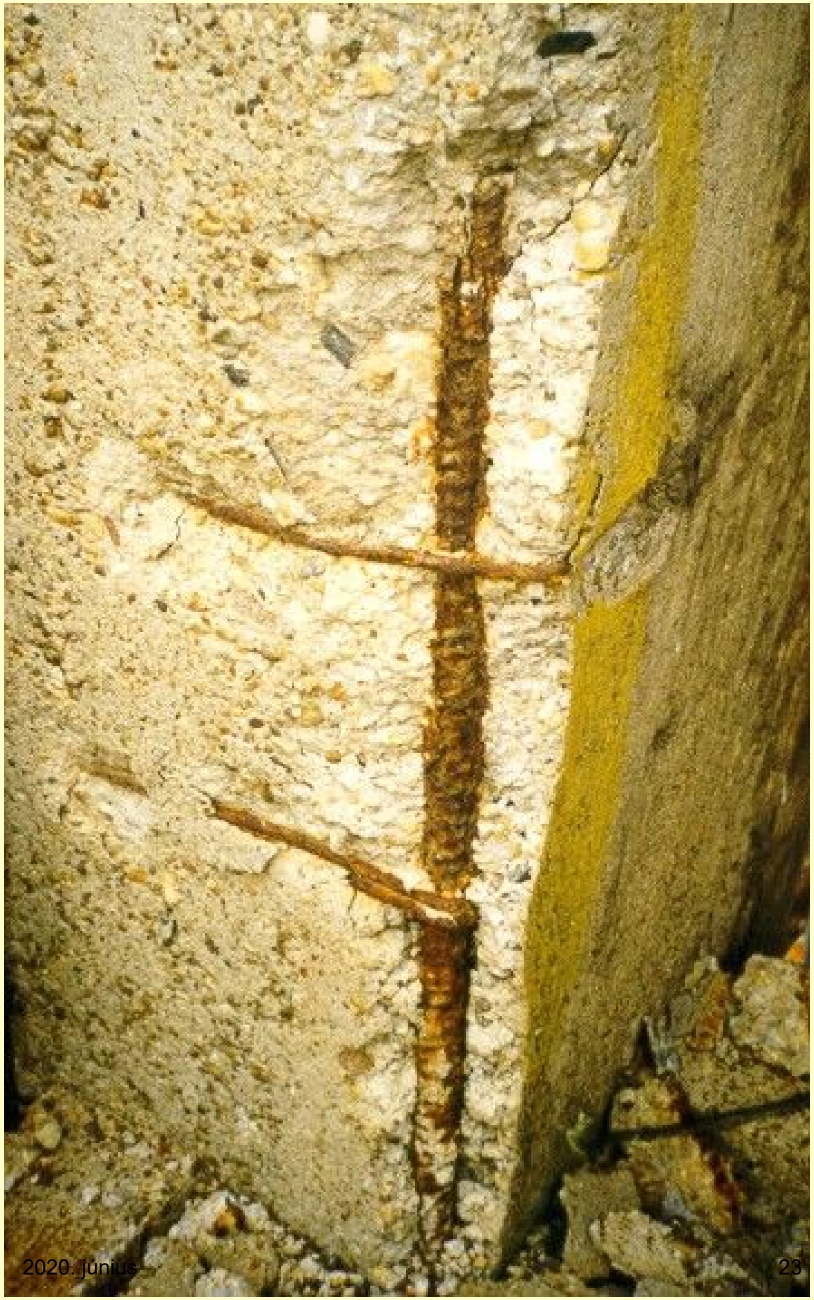


Forrás:

http://www.fhcampuswien.ac.at/bau@home/bausanierung/daten/4_5_3.htm

Annak, hogy a **karbonátosodás az acélbetétet ne érje el**, négy fontos feltétele van:

- a víz-cement tényezőt kicsire kell választani;
- a cementtartalom és a finom habarcs-tartalom (a pépes ágyazó anyag) kellően nagy kell legyen az acélbetét megfelelő beágyazottsága érdekében;
- a tervezési élettartam figyelembevételével be kell tartani betonfedés előírását;
- a betont jól be kell tömöríteni, és minél hosszabb ideig kell utókezelni.



Meghibásodott pillér, amely a betonfedést elvesztette

A Petőfi-híd oldalszegélyének állapota a pesti oldalon




Meghibásodott
előfeszített vasbeton
villamosvasúti lemezalj

Zárójeles megjegyzés:

Egyéb, a beton korróziójával kapcsolatos kémiai vizsgálatok:

- **Izzítási veszteség vizsgálata (a szerves anyag tartalom meghatározására) 1000 °C-on: MSZ EN 196-2:1996**
- **10 %-os sósavban oldható rész (a cement-tartalom meghatározására): MSZ EN 196-2:1996 ⇒**
- **Szulfátion-tartalom: MSZ EN 196-2:1996**
- **A beton kellő biztonsággal megengedhető szulfátion-tartalma: 0,6 tömeg%**
- **Nitrátion-tartalom: MSZ 21976-8:1982**



Savas oldás



Oldhatatlan maradék



Falazatok vízfelvételének helyszíni mérése

Hogyan kerül víz a falba?

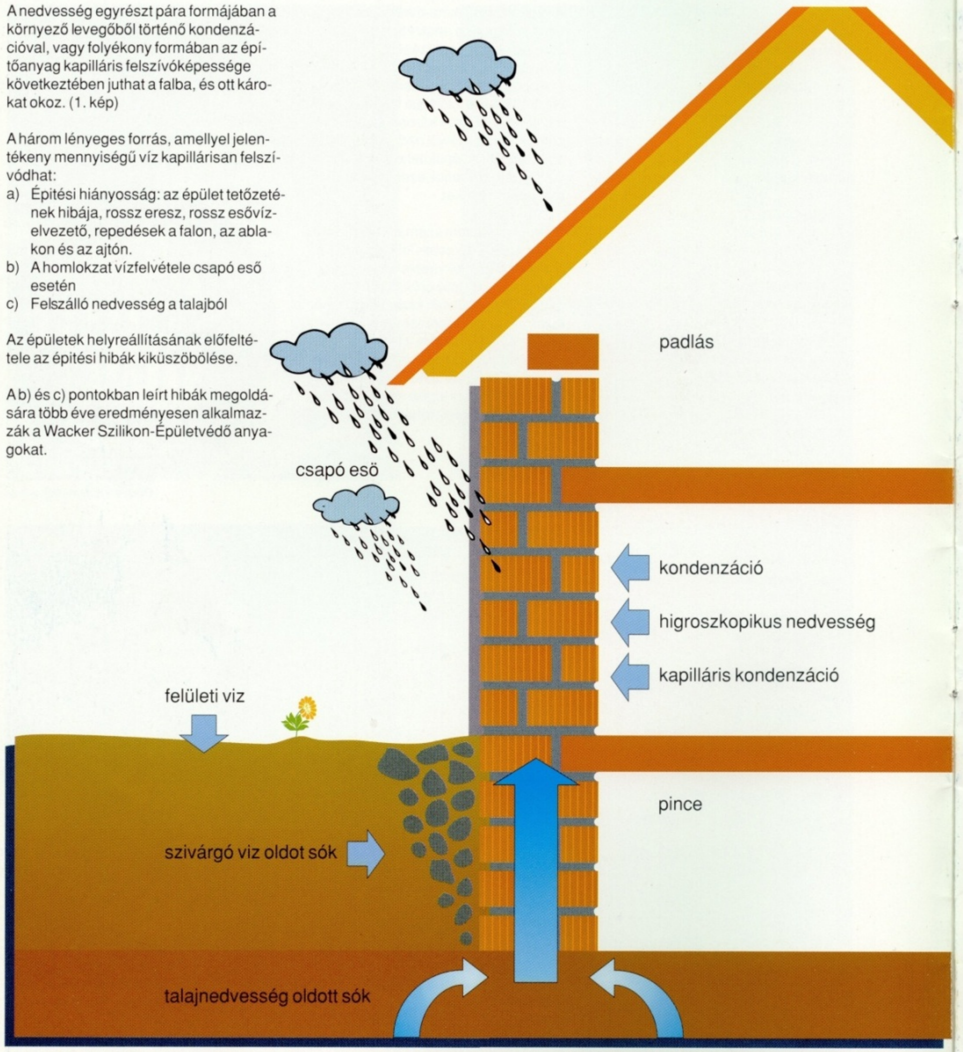
A nedvesség egyrészt pára formájában a környező levegőből történő kondenzációval, vagy folyékony formában az építőanyag kapilláris felszívóképessége következtében juthat a falba, és ott károkat okoz. (1. kép)

A három lényeges forrás, amellyel jelentékeny mennyiségű víz kapillárisan felszívódhat:

a) Építési hiányosság: az épület tetőzetének hibája, rossz eresz, rossz esővízelvezető, repedések a falon, az ablakon és az ajtón.
b) A homlokzat vízfelvétele csapó eső esetén
c) Felszálló nedvesség a talajból

Az épületek helyreállításának előfeltétele az építési hibák kiküszöbölése.

A b) és c) pontokban leírt hibák megoldására több éve eredményesen alkalmazzák a Wacker Szilikon-Épületvédő anyagokat.



1. kép: A vízfelvétel mehanizmusai épületeknél

‑si terv
‑zés.

llításakor és a
dozásakor az előtt
hogy minden épü-
sodás mértéke és
etünk a régi épüle-
nákat, hogy "előre-
alapján dolgoz-
tumhoz egy "mé-
et kell kidolgozni.
mre van szükség.

yes művelet elvég-
járások betartása

mértékének
ges állapot

atározása
bölni)

ghatározása,
a helyreállítás
otot (építészek

ükségszerűen
endő munkák,
enni.

dó
édanyagok

atának

tok
gadása
akozási

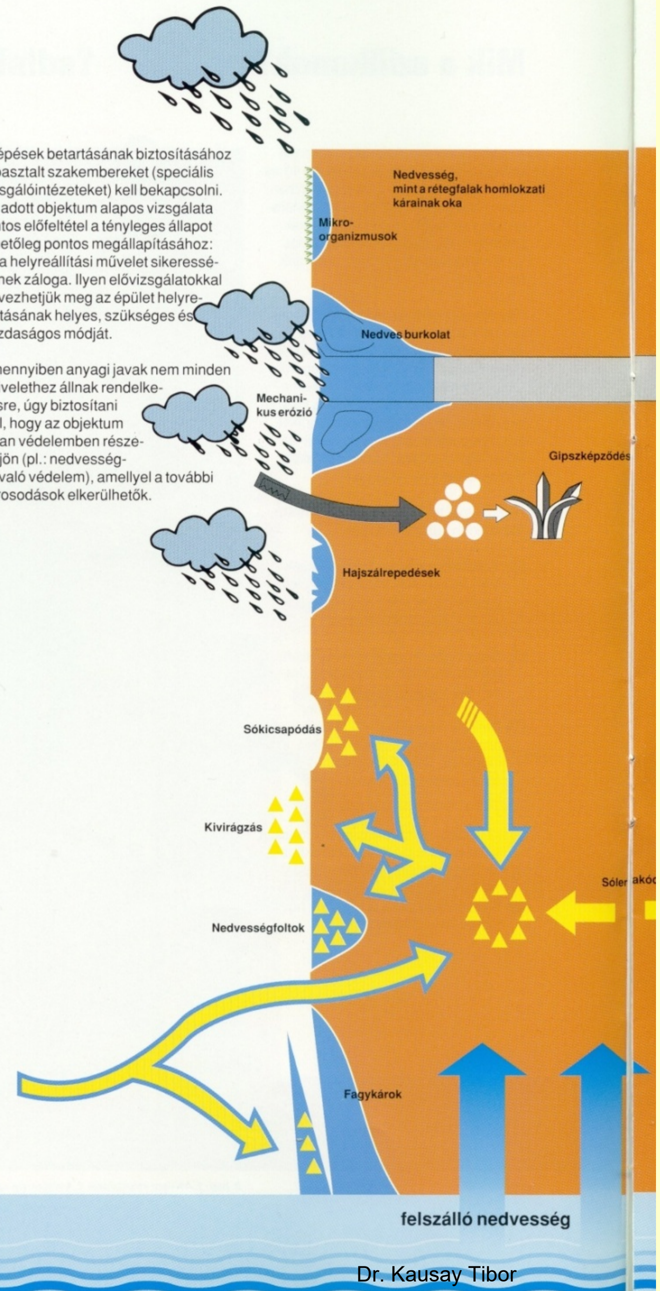
zése állandó
mellett
rrel)

le

nentációja
bb
reállítási

A lépések betartásának biztosításához tapasztalt szakembereket (speciális vizsgálóintézeteket) kell bekapcsolni. Az adott objektum alapos vizsgálata fontos előfeltétel a tényleges állapot lehetőleg pontos megállapításához: ez a helyreállítási művelet sikerességének záloga. Ilyen elővizsgálatokkal tervezhetjük meg az épület helyreállításának helyes, szükséges és gazdaságos módját.

Amennyiben anyagi javak nem minden művelethez állnak rendelkezésre, úgy biztosítani kell, hogy az objektum olyan védelemben részesüljön (pl.: nedvességtől való védelem), amellyel a további károsodások elkerülhetők.



Víz által okozott károk	optikai károk	mechanikai károk
Nedvességfoltok a homlokzaton	+	–
Fal átnedvesedése	+	+
Piszkolódás	+	–
Repedés	+	+
Sókivirágzás	+	+
Mészkimosódás	+	–
Kötőanyag lebomlása: kő szétmállása	+	++
Mikroorganizmusok terjedése	+	+
Fagykárok	+	++
Lepattogzások: vakolat, festés	+	++
Rossz hőszigetelés	–	*

* gazdasági károk, a magasabb fűtési költségen keresztül

Építőelemekben és falazatokban fellépő nedvességvándorlást, vízfelvételt a páradiffúzió, a higroszkópos egyensúlyi nedvességtartalom és a kapilláris vízmozgás egyaránt befolyásolja.

Ez az összetett jelenség számítással alig követhető.

Megfelelő vizsgálati technikával, a körülményekhez igazított kísérleti elrendezéssel lehet közvetlen fizikai értelmezés nélküli, de összehasonlításra alkalmas, gyakorlati jellemzőket meghatározni.

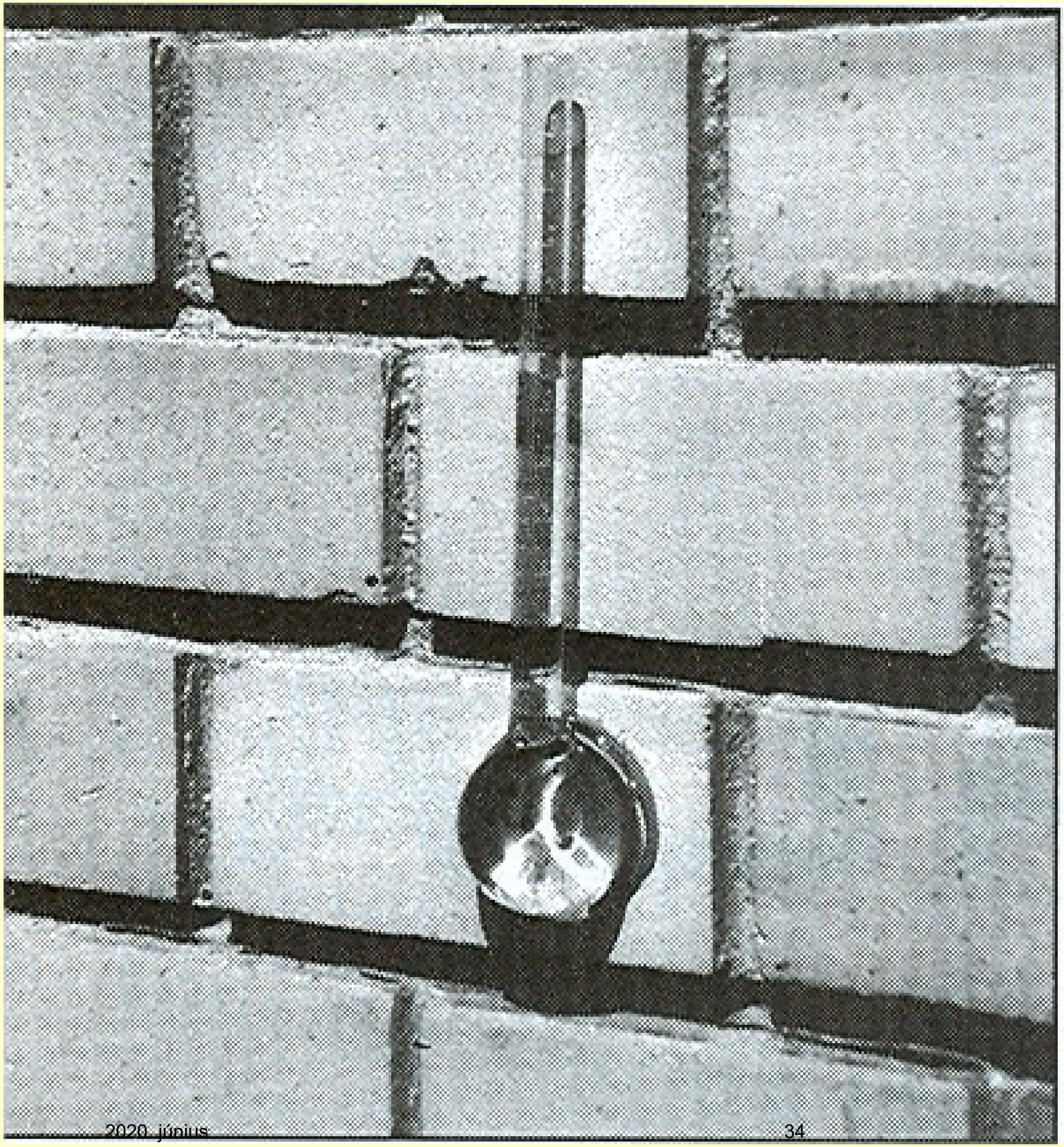
KARSTEN-FÉLE PIPA

Falazatok vízfelvételének helyszíni ellenőrzésére az ún. Karsten-féle üvegpipát alkalmazzák. Ennek széles szájú, rövid oldalának peremét vízzáró tapasszal a falra rögzítik, míg a milliliter-beosztású függőleges csövét feltöltik vízzel.

A falra tapasztott, pontosan 10 cm^2 felületen keresztül a nedvszívó anyagok vizet vesznek fel, amelynek mértéke a beosztásos csövön át figyelemmel kísérhető. A mérés a vízszintsüllyedés sebességén keresztül jellemzi az adott építőanyagot:

a Karsten-cső geometriájának megválasztásánál a 10 cm^2 felületen keresztül a pórusokba belépő milliliterben mért víz mennyisége azonos mérőszámú a liter/m^2-ben adott vízfelvétellel.

[Horváth Zoltán, KŐ, 1999/2]



KARSTEN-FÉLE ÜVEGPIPA

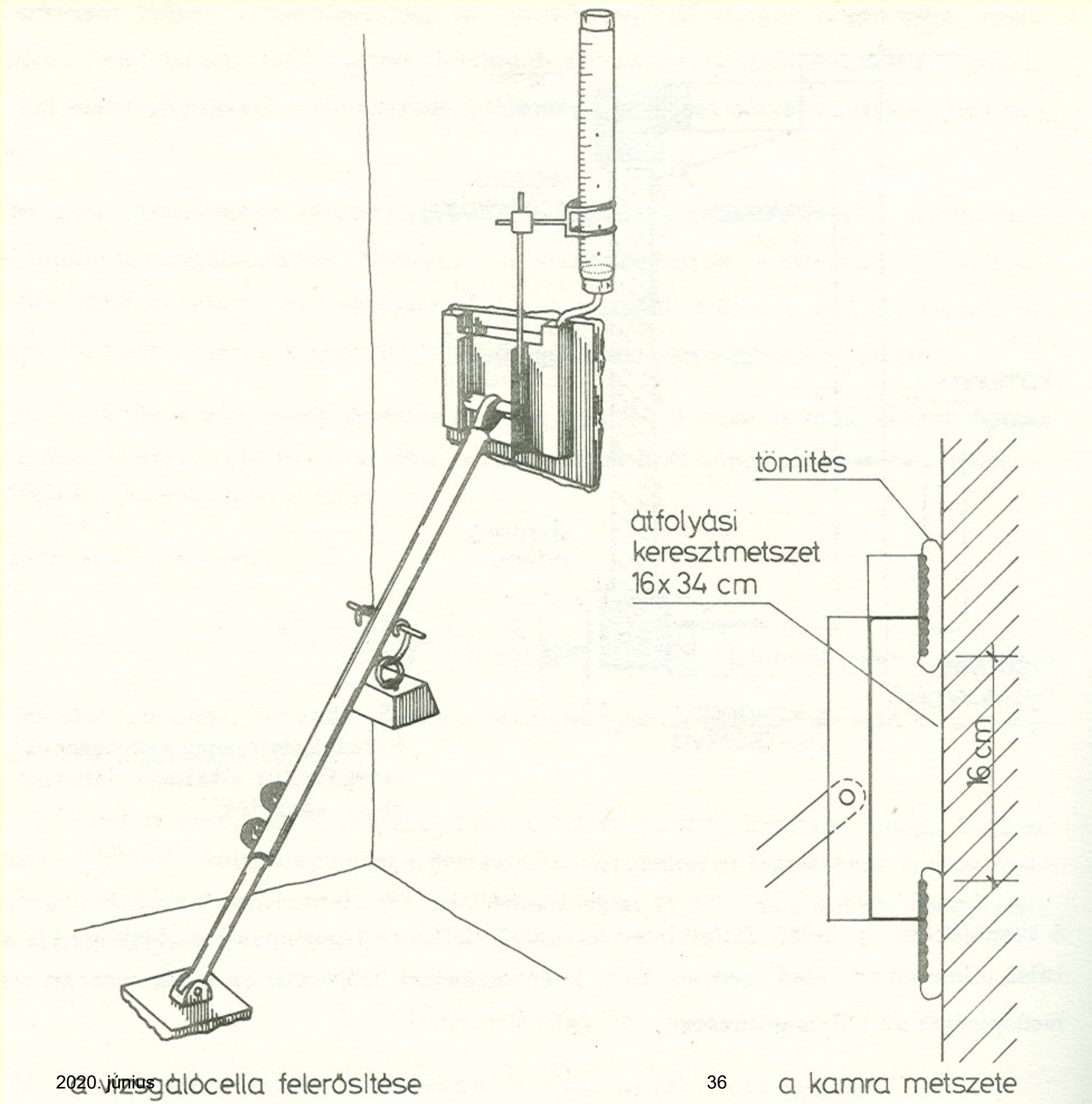
MARIOTTI-MAMILLAN-féle készülék

Franciaországban a falazatok nedvességvezetésének helyszíni vizsgálatára a Mariotti-Mamillan-féle készüléket alkalmazzák.

A vizsgálandó falra vízzáróan tömítve felragasztanak egy lapos fémkamrát. A kamrát a falhoz támasztják. A kamrát a hozzá csatlakozó beosztott állványcsövön keresztül feltöltik vízzel. A cső beosztásán leolvasható a falra ható víznyomás és a fal által elnyelt vízmennyiség az idő függvényében. A francia készüléken a víznyomásnak kitett felület 16x34 cm méretű, az alkalmazott nyomás pedig 15 cm vízoszlopnyomás, amit utántöltéssel közel állandó értéken tartanak.

[Weiss György: Építőipari laboratóriumi méréstechnika és műszerismeret. III. kötet, pp. 65. ÉTK. 1976.]

MARIOTTI-MAMILLAN-féle készülék



FOGALOM MEGHATÁROZÁS

A páradiffúzió (páraátbocsátás) a gőz állapotú víz vándorlása a porózus építőanyagban. A levegő mindig tartalmaz bizonyos mennyiségű vizet, illetve pára formájában vízgőzt, amelynek mennyisége igen változó. A levegőben lévő pára gázként viselkedik, egyenletesen oszlik el, és nyomást, páranyomást fejt ki. A belső helyiségek hőmérséklete többnyire magasabb, mint a külső légköré, ezért az épület határoló szerkezeteinek két oldalán páranyomás különbség keletkezik (általában a belső térben nagyobb, a külső térben kisebb). A pára e nyomáskülönbség kiegyenlítésére törekszik, és a nagyobb páranyomású belső térből a határolószerkezeten keresztül a külső tér felé vándorol.

A páradiffuzió jelenségét megakadályozni - pl. víztaszító felületképzéssel - nem célszerű, mert a harmattá válás és lecsapódás a belső térben következik be.

Higroszkópos egyensúlyi nedvességtartalom

Higroszkópos, higroszkópikus

Nyelv: görög -> latin eredetű szó

Jelentése: nedvszívó, nedvességet elnyelő, nedvességszívó

Kapilláris vízfelszívás

t a víz hőmérséklete [°C]

$\sigma_{víz}$ a víz felületi feszültsége [N/m]

$\rho_{víz}$ a víz sűrűsége [kg/m^3]

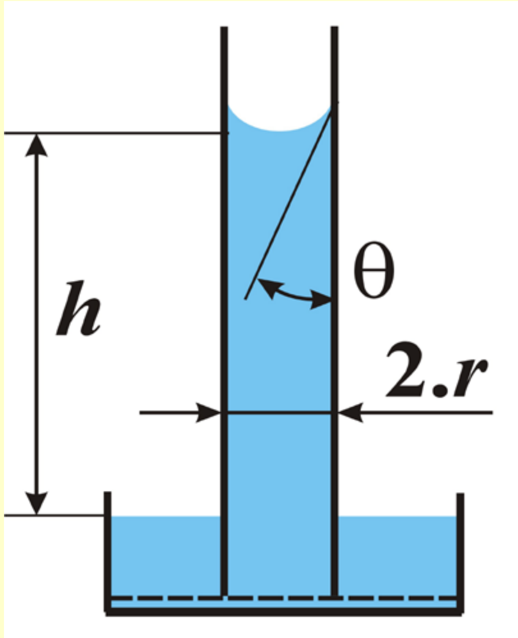
g a nehézségi gyorsulás [m/s^2]

d a kapilláris névleges átmérője [mm]

θ a nedvesítési (illeszkedési) szög

r a kapilláris névleges sugara [mm]

h_{max} a vízfelszívás legnagyobb magassága [m]



$$r^{[mm]} \cdot h_{\max}^{[m]} = 1000 \cdot \frac{2 \cdot \sigma_{víz}^{[N/m = kg/s^2]} \cdot \cos\theta}{\rho_{víz}^{[kg/m^3]} \cdot g^{[m/s^2]}}$$

A víz felületi feszültsége ($\sigma_{víz}$) a hőmérséklet ($t_{víz}$) függvényében

$t_{víz}$ [°C]	$\sigma_{víz}$ [N/m]	
20,0	0,072960	
20,1	0,072945	
20,2	0,072930	
20,3	0,072914	
20,4	0,072899	≈ 0,0729
20,5	0,072884	
20,6	0,072869	
20,7	0,072854	
20,8	0,072838	
20,9	0,072823	
21,0	0,072808	
21,1	0,072793	
21,2	0,072778	
21,3	0,072762	
21,4	0,072747	

$\sigma_{víz} = 0{,}076*(1-0{,}002*t)$ [N/m]

Forrás: http://www.physics.kee.hu/jegyzet/sztalag.html

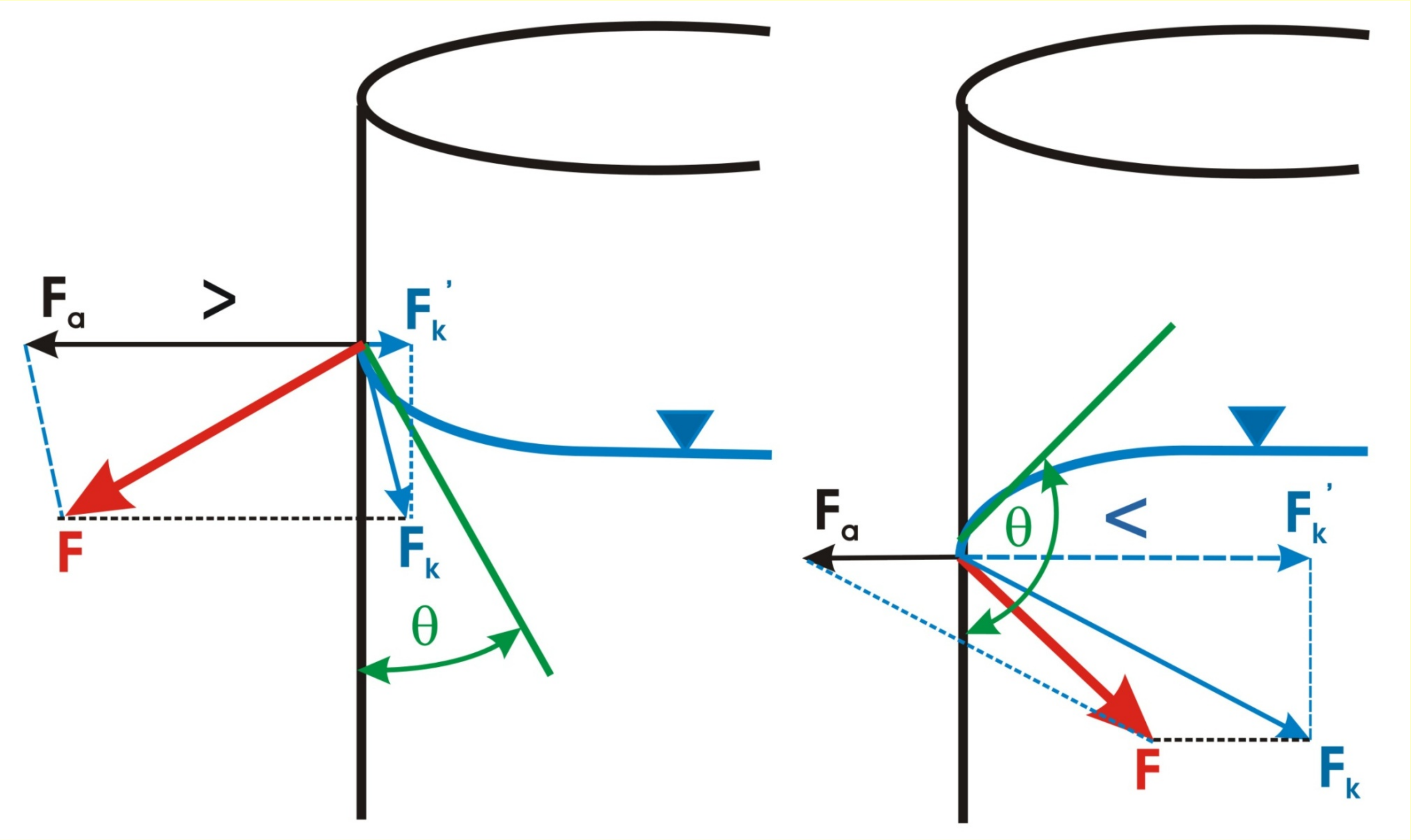
Budapesti Corvinus Egyetem fizika jegyzete az interneten

Néhány folyadék felületi feszültsége a levegőre vonatkoztatva

Forrás: http://www.szulo.hu/fizika/foly/foly3.htm

Porkoláb Tamás: A folyadékok mechanikája III.

Folyadék	Víz	Higany	Étolaj	Petróleum
Felületi feszültség [10^{-2} N/m]	7,29	4,91	3,3	2,7



Az érintkezési pontban a fal F_a adhéziós erejének és a folyadékrészecskék F_k kohéziós ereje falra merőleges F_k' komponensének a viszonya

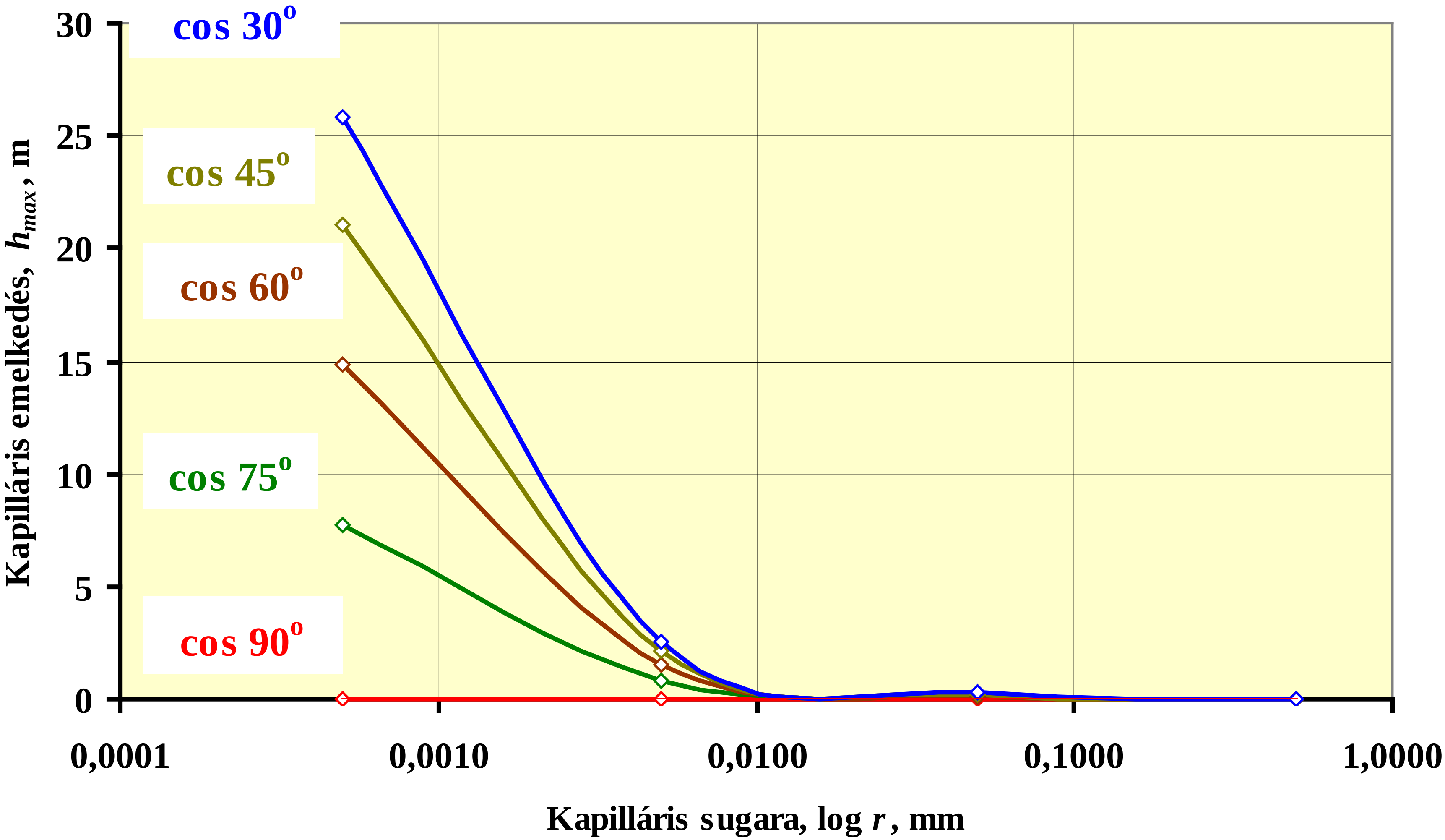
Legyen:	**cos θ =**	**cos 90º**	**cos 75°**	**cos 60°**	**cos 45°**	**cos 30°**	
		0,0000	**0,2588**	**0,5000**	**0,7071**	**0,8660**	
	t **=**	**20,4**	**→**				**°C**
	$\sigma_{víz}$ **=**	**0,0729**	**→**				**N/m**
	$\rho_{víz}$ **=**	**998,147**	**→**				kg/m^3
	g =	**9,8067**	**→**				m/s^2
amiből:	$r^{[mm]} \cdot h_{max}^{[m]}$ **=**	**0,0000**	**0,0039**	**0,0074**	**0,0105**	**0,0129**	**mm·m**

Megjegyzés: 1 N = 1 kg·m/s²

d [mm]	r [mm]	h_{max} [m]				
		cos 90º	cos 75°	cos 60°	cos 45°	cos 30°
1	0,5	0,000	0,008	0,015	0,021	0,026
0,1	0,05	0,000	0,077	0,149	0,211	0,258
0,01	0,005	0,000	0,771	1,490	2,106	2,580
0,001	0,0005	0,000	7,710	14,895	21,065	25,799

Lásd még: http://www.betonopus.hu/notesz/kutyanyelv/kapillaris.pdf

A víz kapilláris emelkedése a kapilláris sugár és a nedvesítési szög függvényében



Lásd még: http://www.betonopus.hu/notesz/kutyanyelv/kapillaris.pdf

Pórus		Pórusméret mm, 10^{-3} m	Pórusvíz fagyáspontja kb. ºC
Durva pórus		> 1	
Légpórus		$10^{-1} – 1$	0 – (-3)
Kapilláris pórus	makro	$3·10^{-2} – 10^{-1}$	0 – (-3)
	mezo	$10^{-3} – 3·10^{-2}$	(-3) – (-15)
	mikro	$10^{-4} – 10^{-3}$	(-15) – (-20)
Gélpórus	makro	$3·10^{-5} – 10^{-4}$	(-20) – (-40)
	mezo	$10^{-6} – 3·10^{-5}$	(-40) – (-90)
	mikro	$< 10^{-6}$	(-90) – (-160)
Összes **légbuborék (adalékszerrel képzett) mérete (Mennyiségének jele: A_{750}, német nyelvterületen: L750)**			
		$< 0,75$	
Hatékony **légbuborék (adalékszerrel képzett) mérete (Mennyiségének jele: A_{300}, német nyelvterületen: L300)**			
		$< 0,30$	

A pórusok hidrotechnikai viselkedése

Durva pórus: Nincs benne számottevő víz

Légpórus és makro kapilláris pórus: Percek alatt felszívja a vizet

Mezo kapilláris pórus: Hetek alatt felszívja a vizet

Mikro kapilláris pórus: Kapilláris vízfelszívással nem telik meg teljesen vízzel

Makro és mezo gélpórus: Kondenzációval 50 – 98 % közötti relatív páratartalom esetén megtelik vízzel

Mikro gélpórus: Szorpcióval 50 % alatti relatív páratartalom esetén megtelik vízzel

Légbuborék: Kritikus víztelítettség mellett sem telik meg vízzel

Pórus	Pórusméret különböző mértékegységekben kifejezve				
	m	mm	µm	nm	Å
	méter	milliméter	**mikro-méter**	nano-méter	ángström
Durva pórus	$> 10^{-3}$	> 1	$\mathbf{> 10^{3}}$	$> 10^{6}$	$> 10^{7}$
Légpórus	$10^{-5} – 10^{-3}$	$10^{-2} – 1$	$\mathbf{10 – 10^{3}}$	$10^{4} – 10^{6}$	$10^{5} – 10^{7}$
Kapillárpórus	$10^{-7} – 10^{-5}$	$10^{-4} – 10^{-2}$	**0,1 – 10**	$10^{2} – 10^{4}$	$10^{3} – 10^{5}$
Gélpórus	$10^{-8} – 10^{-7}$	$10^{-5} – 10^{-4}$	$\mathbf{10^{-2} – 0,1}$	$10 – 10^{2}$	$10^{2} – 10^{3}$
	$10^{-9} – 10^{-8}$	$10^{-6} – 10^{-5}$	$\mathbf{10^{-3} – 10^{-2}}$	$1 – 10$	$10 – 10^{2}$
	$< 10^{-9}$	$< 10^{-6}$	$\mathbf{< 10^{-3}}$	< 1	< 10
Légbuborék (adalékszerrel képzett)	$< 3{\cdot}10^{-4}$	$< 0,3$	$\mathbf{< 3{\cdot}10^{2}}$	$< 3{\cdot}10^{5}$	$< 3{\cdot}10^{6}$
	1 m = = 10^{0} m	1 mm = = 10^{-3} m	1 µm = = 10^{-6} m	1 nm = = 10^{-9} m	1 Å = = 10^{-10} m

CM karbidos nedvességmérő készülék

A CM módszerrel a falazati anyagból vett mintából a falazat nedvességtartamát fél tömegszázalékos pontossággal, abszolút módon is meg lehet állapítani.

A mérés elve, hogy a vizsgálandó szerkezetből vett, meghatározott tömegű furatpor mintát egy 0,5 vagy 1,0 liter térfogatú nyomástartó üstbe helyezve, és a golyókkal összetört kalciumkarbid-ampulla tartalmával összekeverve acetiléngáz fejlődik, melynek nyomása tömeg-százalékra kalibrált, vagy más szám-skálán leolvasható:

$$CaC_2 + H_2O = C_2H_2 + CaO$$

1 g kalciumkarbid 0,34 liter acetiléngázt fejleszt.



„Gann Hydromat CM” karbidos nedvességmérő készülék





„Gann Hydromat CM” karbidos nedvességmérő készülék palackja

A „Bundesverband Estrich und Belag” (BEB 1998) szerint a mért értéket a CM mérőpalack többszöri időközbeni felrázása után, a mérés kezdetétől számított 10 perc elteltével kell a manométer skálájáról leolvasni.

A „Gann Hydromat CM-P” készülék néhány adata:

- Mérési tartomány 1. fokozatban: 0,14 - 22,9 CM-% átszámítási táblázattal;
- Mérési tartomány 2. fokozatban : 0,30 - 7,5 CM-% közvetlenül a manométerről leolvasva
- Vizsgálati minta szükséges tömege: kb.: 5 - 100 g,

az előre megbecsült nedvességtartalom függvényében:

≤ 0,7 % → 100 g

0,8 - 2,0 % → 50 g

2,0 - 5,0 % → 20 g

5,0 - 10,0 % → 10 g

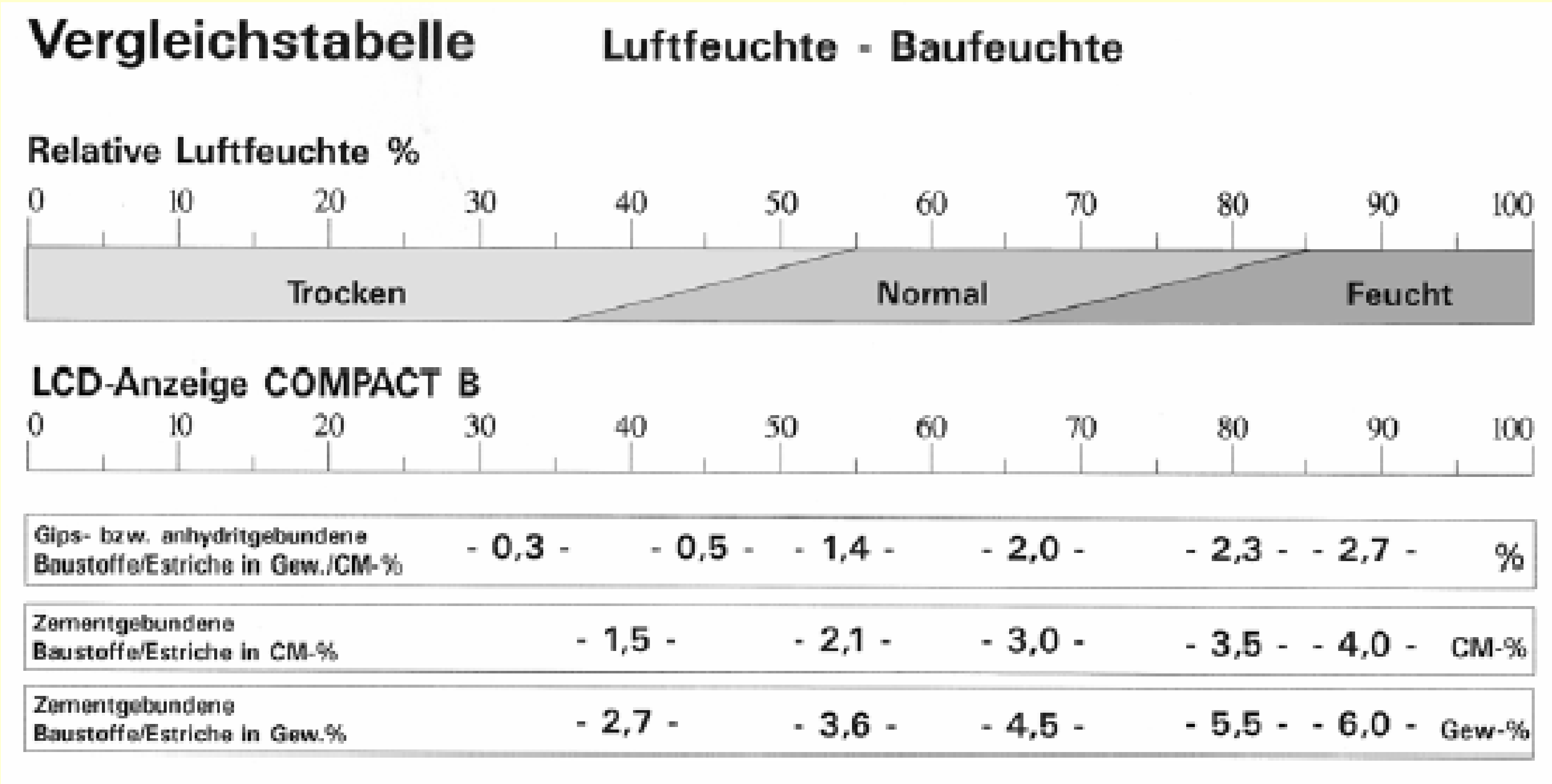
10,0 - 20,0 % → 5 g

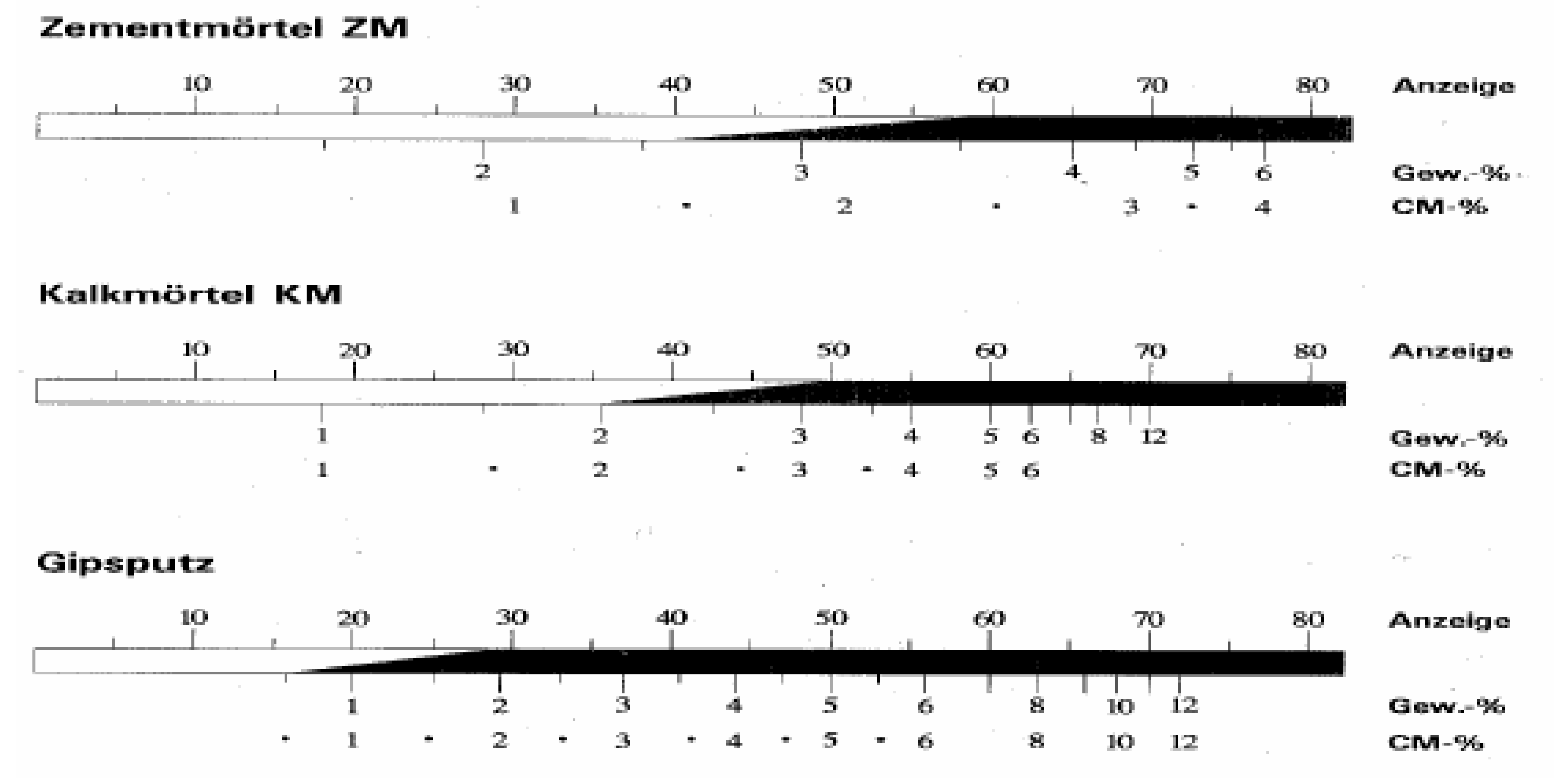
- Hordozótáska mérete:

kb. magasság: 380 x szélesség: 430 x mélység: 130 mm

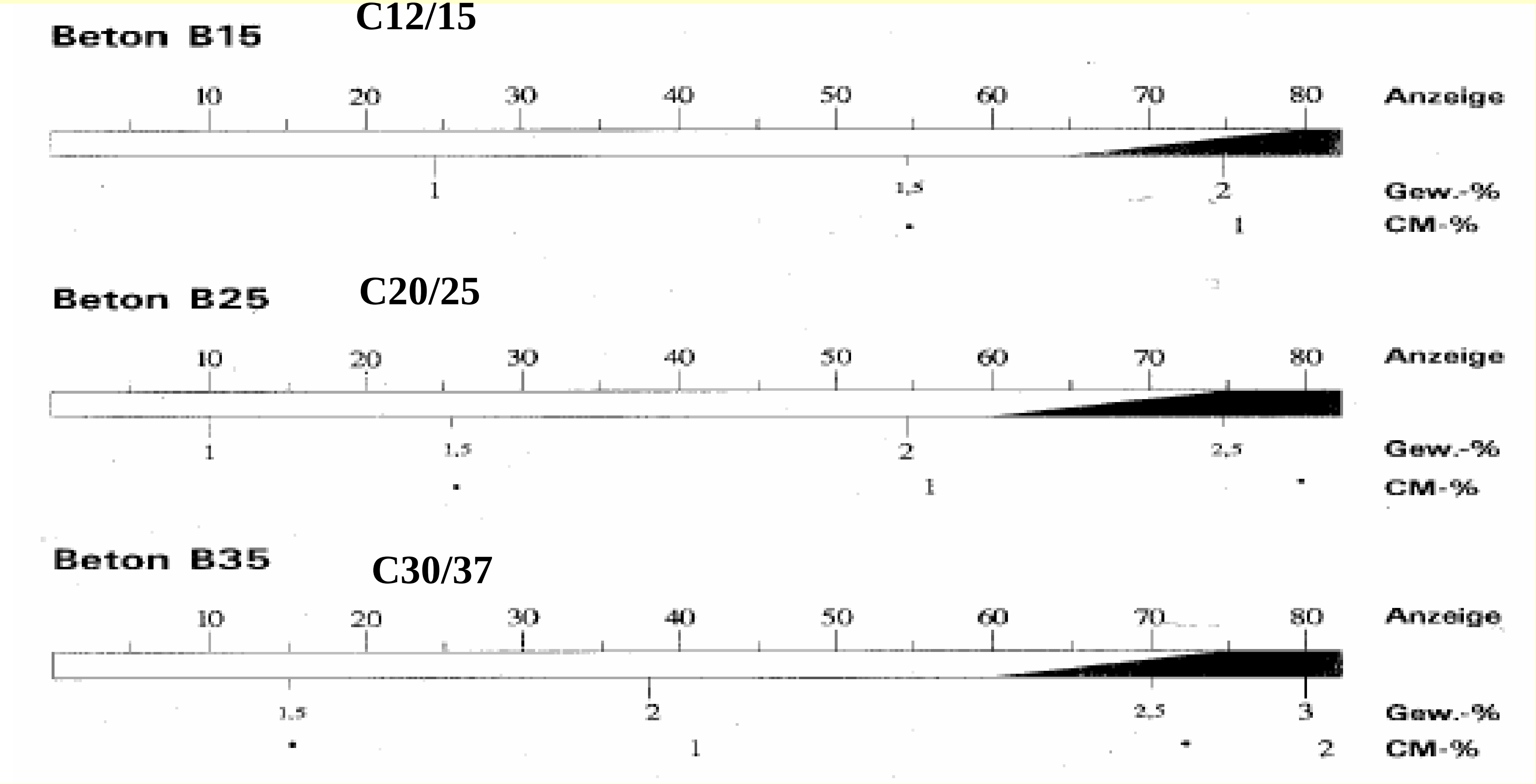
- Hordozótáska tömege, komplett: kb. 7,1 kg

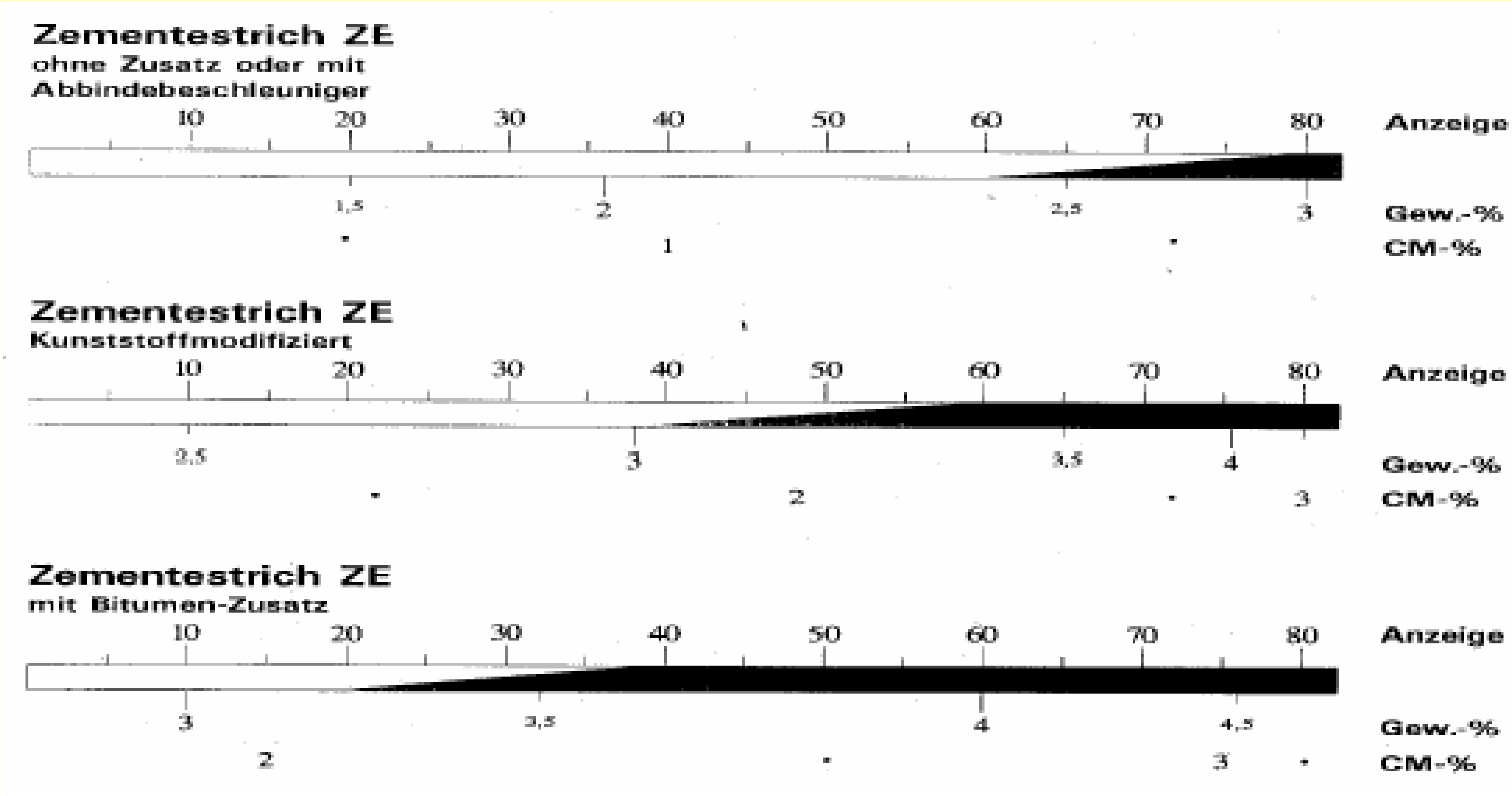
Forrás: http://www.gann.de

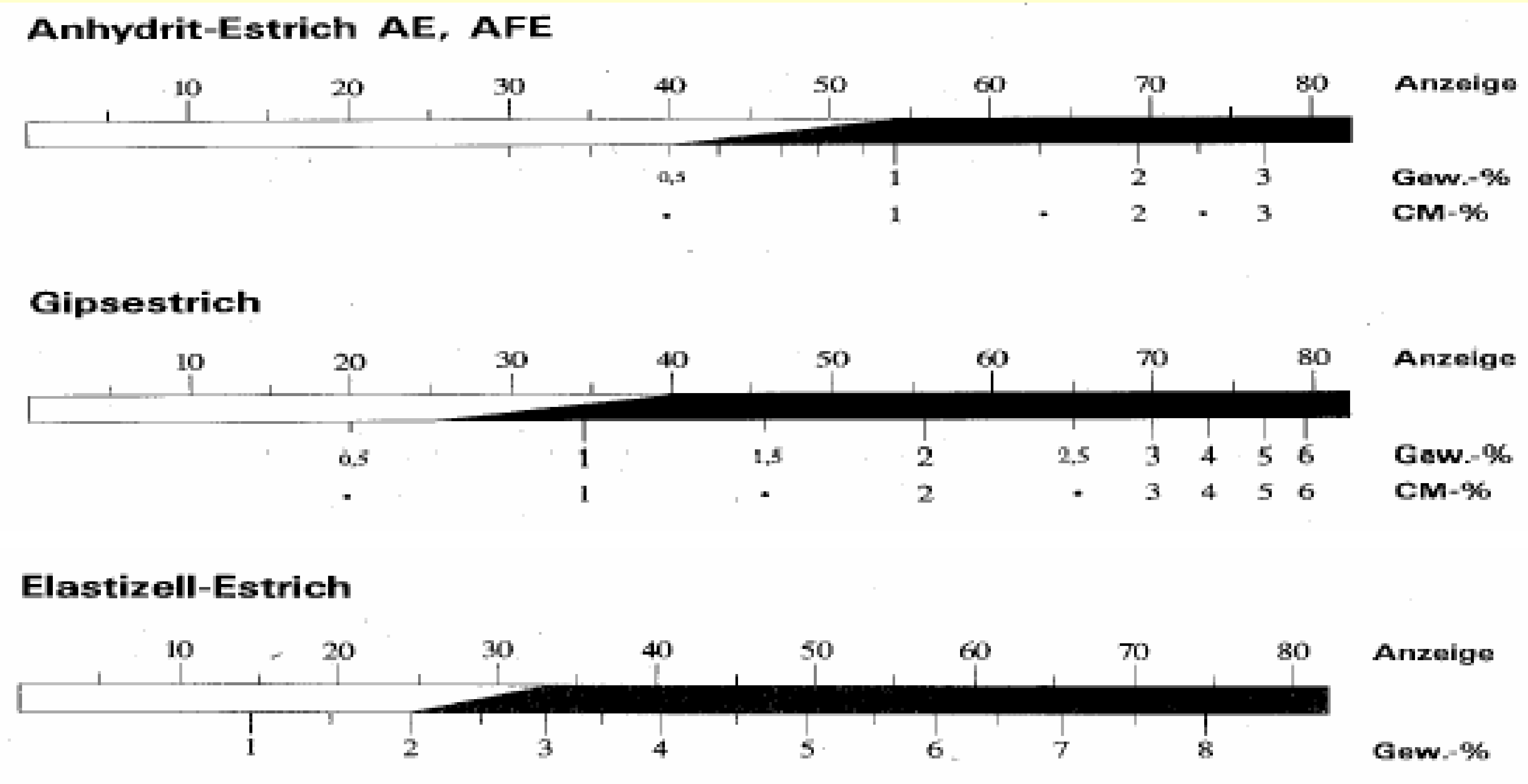


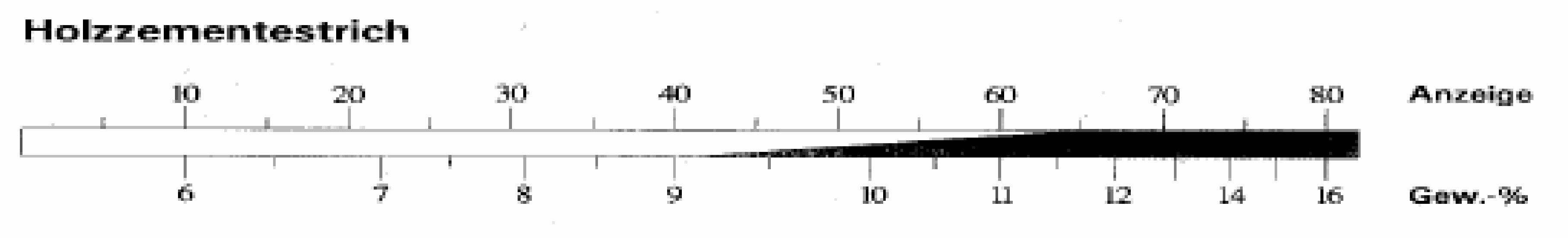


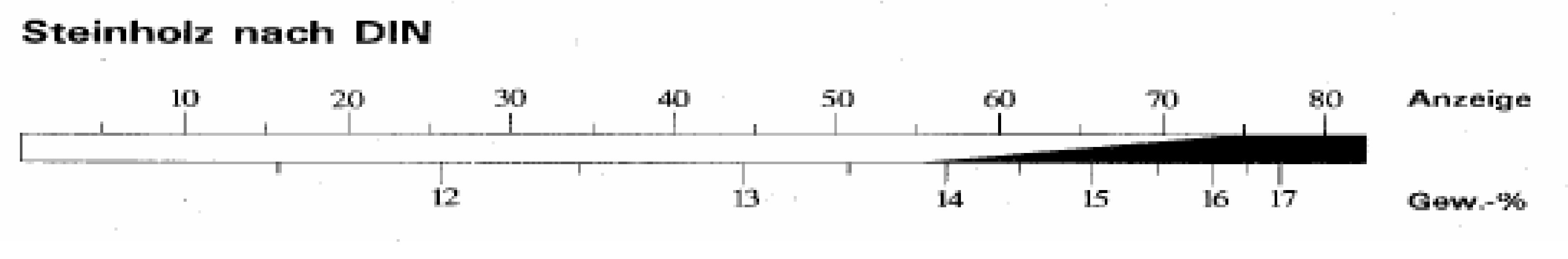
Zementmörtel ZM
10 20 30 40 50 60 70 80
Anzeige
2 3 4 5 6
Gew.-%
1 2 3 4
CM-%
Kalkmörtel KM
10 20 30 40 50 60 70 80
Anzeige
1 2 3 4 5 6 8 12
Gew.-%
1 2 3 4 5 6
CM-%
Gipsputz
10 20 30 40 50 60 70 80
Anzeige
1 2 3 4 5 6 8 10 12
Gew.-%
1 2 3 4 5 6 8 10 12
CM-%

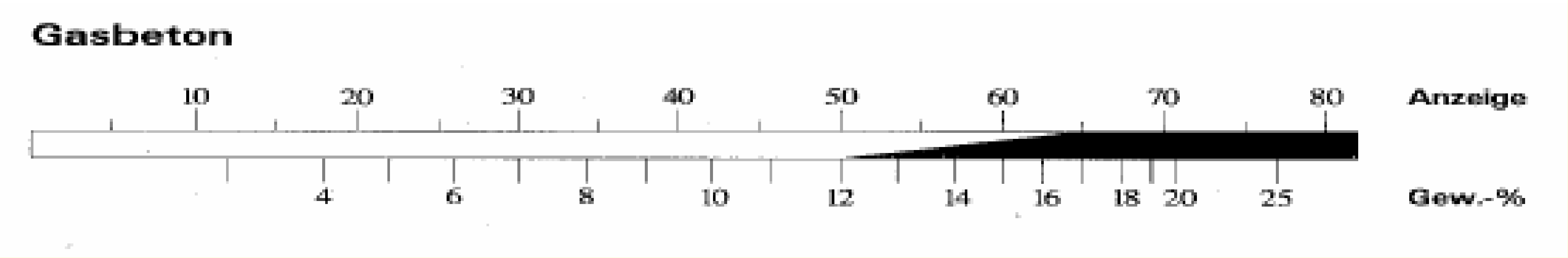

Beton B15
C12/15
10
20
30
40
50
60
70
80
Anzeige
1
1,5
2
Gew.-%
1
CM-%
Beton B25
C20/25
10
20
30
40
50
60
70
80
Anzeige
1
1,5
2
2,5
Gew.-%
1
CM-%
Beton B35
C30/37
10
20
30
40
50
60
70
80
Anzeige
1,5
2
2,5
3
Gew.-%
1
2
CM-%


Zementestrich ZE
ohne Zusatz oder mit
Abbindebeschleuniger
10 20 30 40 50 60 70 80
Anzeige
1,5 2 2,5 3
Gew.-%
1
CM-%
Zementestrich ZE
Kunststoffmodifiziert
10 20 30 40 50 60 70 80
Anzeige
2,5 3 3,5 4
Gew.-%
2 3
CM-%
Zementestrich ZE
mit Bitumen-Zusatz
10 20 30 40 50 60 70 80
Anzeige
3 3,5 4 4,5
Gew.-%
2 3
CM-%


Anhydrit-Estrich AE, AFE
10 20 30 40 50 60 70 80
Anzeige
0,5 1 2 3
Gew.-%
1 2 3
CM-%
Gipsestrich
10 20 30 40 50 60 70 80
Anzeige
0,5 1 1,5 2 2,5 3 4 5 6
Gew.-%
1 2 3 4 5 6
CM-%
Elastizell-Estrich
10 20 30 40 50 60 70 80
Anzeige
1 2 3 4 5 6 7 8
Gew.-%


Holzzementestrich
10 20 30 40 50 60 70 80 Anzeige
6 7 8 9 10 11 12 14 16 Gew.-%


Steinholz nach DIN
10 20 30 40 50 60 70 80 Anzeige
12 13 14 15 16 17 Gew.-%


Gasbeton
10 20 30 40 50 60 70 80 Anzeige
4 6 8 10 12 14 16 18 20 25 Gew.-%

Anzeigewerte (Digits) nach Gewichtsprozenten bzw. CM-Prozenten

Anzeige (Digits)		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Zementestrich	Gew %	1,8	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0	5,5	5,9
ZE	CM %	0,7	1,0	1,4	1,8	2,1	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0
Anhydritestrich	Gew %	0,1	0,3	0,6	1,0	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,3
AE, AF	CM %	0,1	0,3	0,6	1,0	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,3
Beton	Gew %	-	1,3	1,9	2,5	3,2	3,8	4,4	5,0	5,6	6,2
B15, B25, B35	CM %	-	0,3	0,8	1,3	1,7	2,2	2,7	3,2	3,7	4,2
Zementmörtel	Gew %	1,8	2,7	3,5	4,6	6,0	7,0	7,8	-	-	-
ZM	CM %	0,6	1,5	2,3	3,1	4,0	4,8	5,6	-	-	-
Kalkmörtel	Gew %	0,6	2,0	3,3	4,5	-	-	-	-	-	-
KM	CM %	0,6	2,0	3,3	4,5	-	-	-	-	-	-
Kalk-Zement-	Gew %	2,2	3,6	5,0	6,4	7,8	9,2	10,6	11,0	-	-
Putzmörtel	CM %	1,5	2,7	4,0	5,2	6,4	7,6	8,8	10,0	-	-
Gipsputz	Gew %	0,3	0,5	1,0	2,0	3,5	6,5	10,0	-	-	-
	CM %	0,3	0,5	1,0	2,0	3,5	6,5	10,0	-	-	-

Zeile 1: Gewichtsprozente nach Darrprobe bei 105°C, bei Gips- und Anhydritbindern bei 40°C.

Zeile 2: Gewichtsprozente nach CM-Gerät.

Példa: A burkolatfektetés előtt az esztrich maradék nedvességtartalmát a burkolónak a "Bundesverband Estrich und Belag" (BEB 1998) szerint CM karbidos mérőeszközzel meg kell mérnie.

A hidegburkolatok ragasztása során a fogadófelület megengedett maradék nedvességtartalma:

- **cementkötésű aljzatok: 2 tömeg%**
- **anhidritkötésű (gipsz) aljzatok: 0,5 tömeg%**

A BEB (2002) útmutatása szerint miden fajta padlóburkolatot

- **nem fűtött padló esetén 2 CM%,**
- **fűtött padló esetén 1,8 CM%**

maradék nedvességtartalom alatt szabad fektetni.

Megjegyzés:

- **BEB (1998): a CM mérés menetének útmutatója**
- **BEB (2002): az aljzat előkészítés megítélésének útmutatója**

Még néhány fénykép egy másik CM készülékről…









Kalciumkarbid-ampullák





„GANN Hydromette UNI 2”

elektromos ellenállás mérésen alapú felületi nedvességmérő készülék

„GANN Hydromette UNI 2” készülék mérési tartománya

Baufeuchte 1: 0–199 Digits (Scanbereich) mit Elektrode B50, B60 und LB70
Baufeuchte 2: 0,3–8,5 Gew.% mit Elektrode B50, B60 und LB70 über Tabelle
Baufeuchte 3: 0,3–6,5 CM% mit Elektrode B50, B60 und LB70 über Tabelle
Baufeuchte 4: 2–8 Gew.% mit Elektrode MB 35 an Betonoberflächen
Baufeuchte 5: 0–80 Digits (Feuchteumrechnung je nach Baustoff)
Baufeuchte 6: Baufeuchtemessung über Sorptionsisothermen mit Elektrode RH-T37

Luftfeuchte: 5–98 % r.F. mit RF-T und RH-T Fühler

Temperatur 1: –200 bis +600°C je nach Pt100-Temperaturfühler
Temperatur 2: –20 bis +199,9°C mit Infrarot-Fühler IR 40
Temperatur 3: –10 bis +80,0°C mit RF-T-Fühler
Temperatur 4: 0 bis +70,0°C mit RH-T-Fühler

Holzfeuchte: 40–200% mit Elektrode MH 34 in Nadelholz



MB 35 tipusú mérőszonda

GANN Hydromette UNI 2” készülékhez, betonfelület nedvességmérése céljára

A mérési mélység: 2-5 mm



Elektromos ellenállás mérésen alapuló nedvességmérő készülék

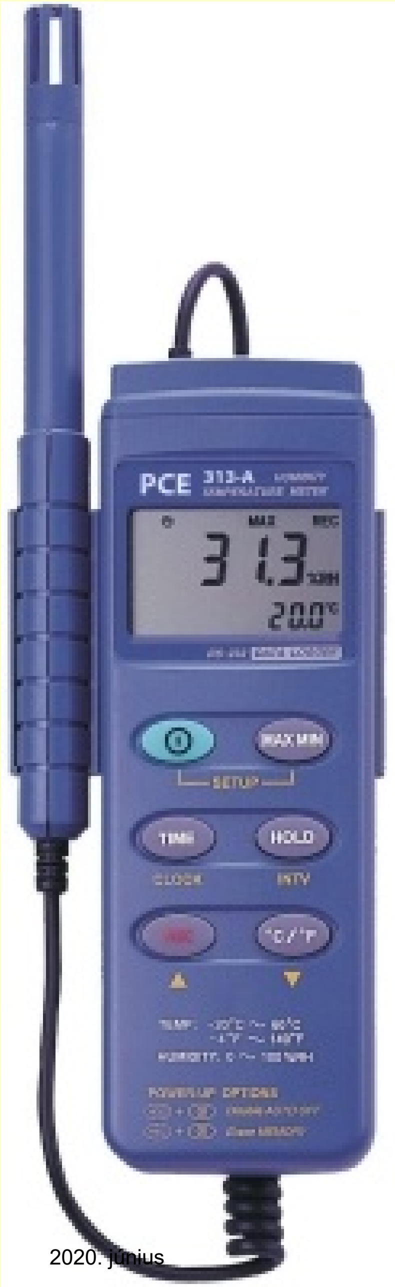


Kapacitív mérésen alapuló nedvességmérő készülék.

Mérési mélység legfeljebb 3 cm



Mikrohullámú nedvességmérő készülék. Mérési mélység legfeljebb 30 cm



„PCE-313 A” típusú felületi nedvességmérő

Forrás:

http://www.warensortiment.de/technische-daten/feuchtemessgeraet-313.htm

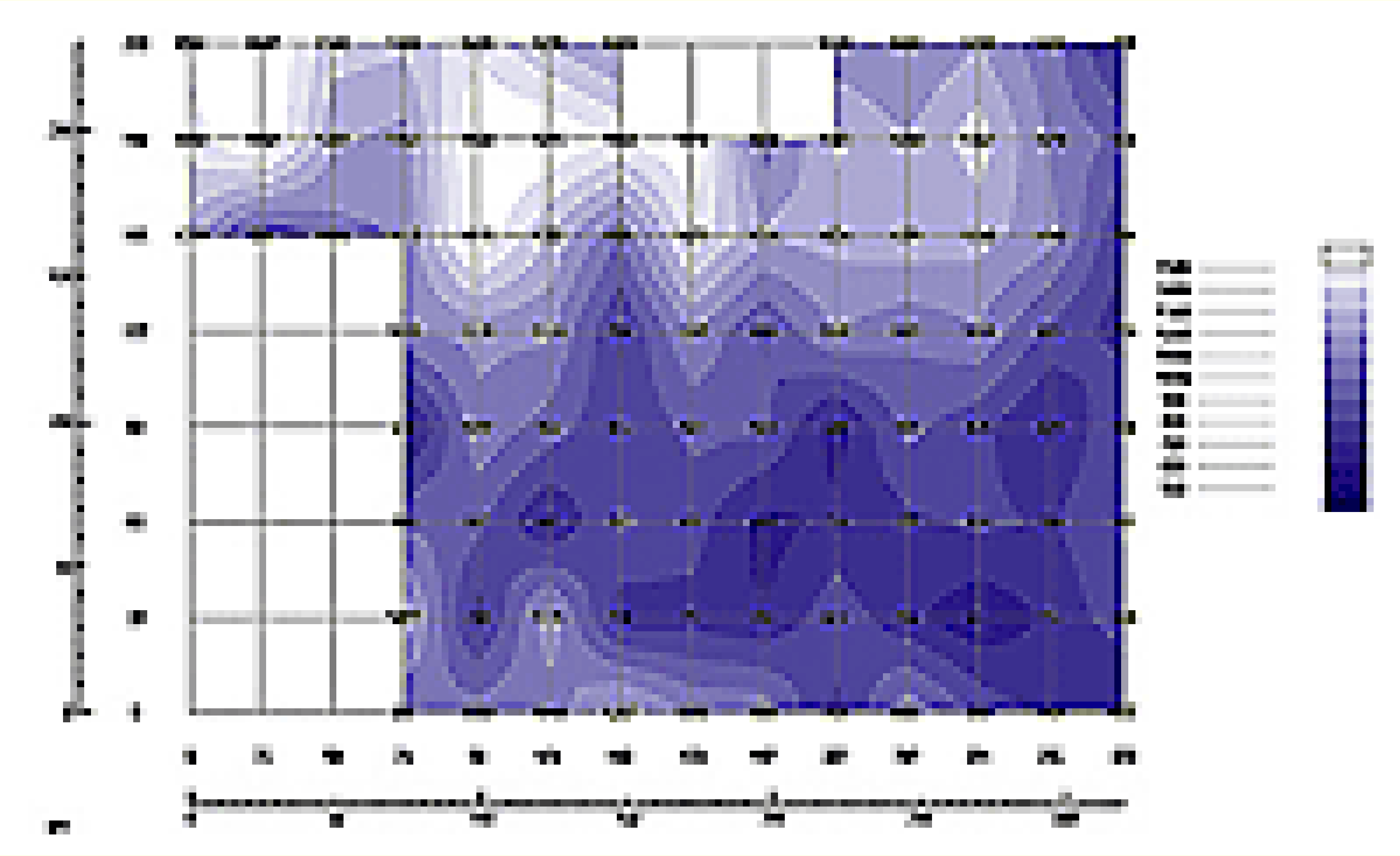
PCE GROUP
IHR KOMPETENTER PARTNER
FÜR MESS- U. WÄGETECHNIK



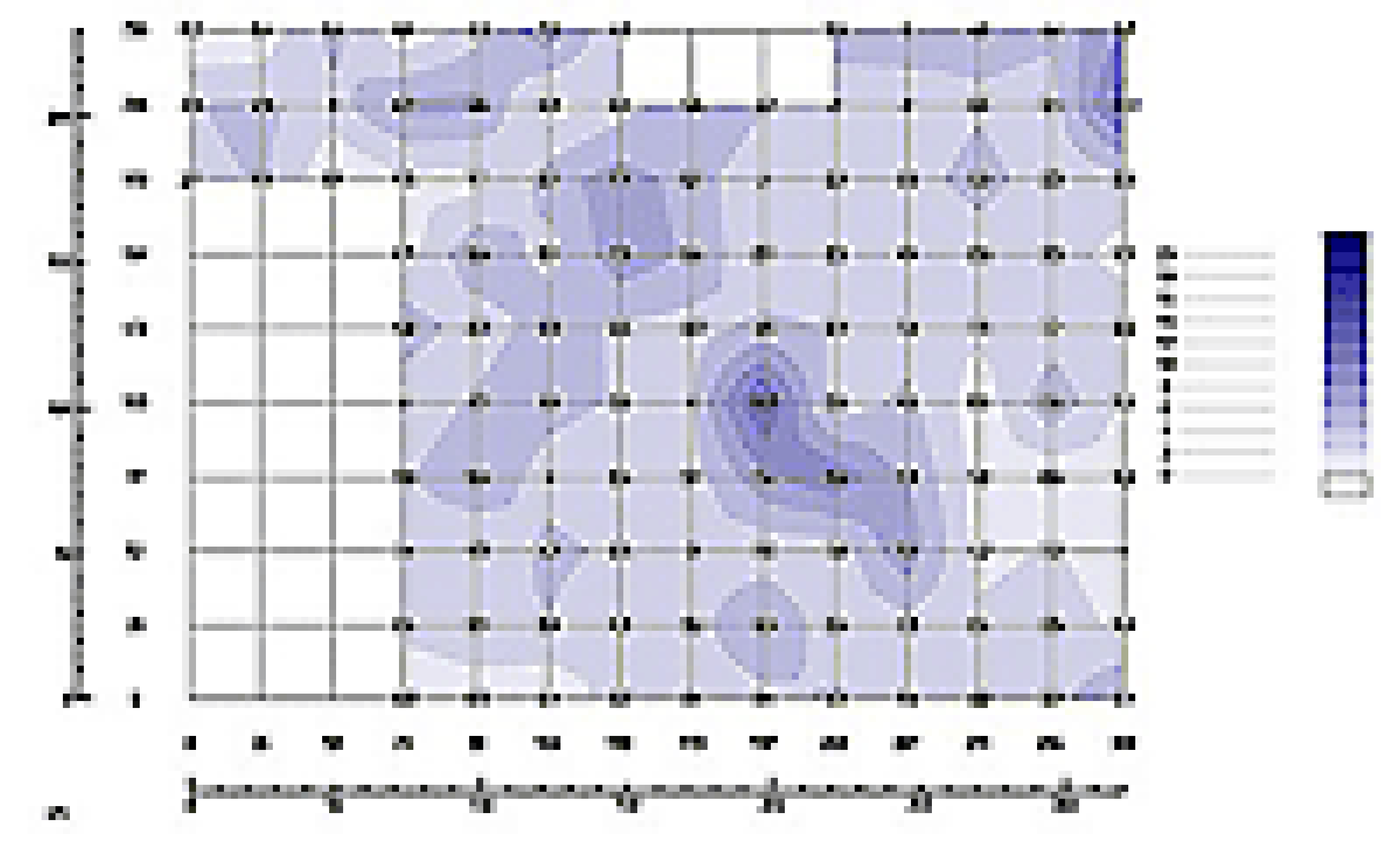
Készülék a fa nedvességmérésére

150-féle fafajta nedvességtartalmának mérésére alkalmas.

Mérési tartománya: 6 - 90 tömeg%



Nedvességtartalom mélységbeli eloszlásának rétegvonalas ábrázolása



Nedvességtartalom mélységbeli eloszlásának rétegvonalas ábrázolása

Permeabilitás vizsgálat

Permeabilitás fogalma: Anyagok, esetünkben építőanyagok gáz és folyadék áteresztőképessége nyomáskülönbség hatására. Mértékegysége: m^2

A beton levegő-permeabilitásának megengedett legnagyobb mértéke a környezeti osztály függvényében (svájci SN EN 206-1 szerint):

Expositionsklassen	max. w/z-Wert [-]	Luftpermeabilität	
		Maximalwert	geometrischer Mittelwert bei $\sigma* = 0.4$
		$[10^{-16} m^2]$	
XC1, XC2	0.65	1.00	0.40
XC3	0.60	0.60	0.24
XC4, XD1 - XD2, XF1 - XF3	0.50	0.40	0.16
XD3, XF4	0.45	0.20	0.08

ahol σ* a levegő-permeabilitás logaritmusának szórása $[m^2]$, és a megfelelőség feltétele, ha kT a levegőpermeabilitás $[10^{-16} m^2]$:

$$\log(kT_{\text{geometrisches Mittel}}) + \sigma* \leq \log(kT_{\text{Maximalwert}})$$

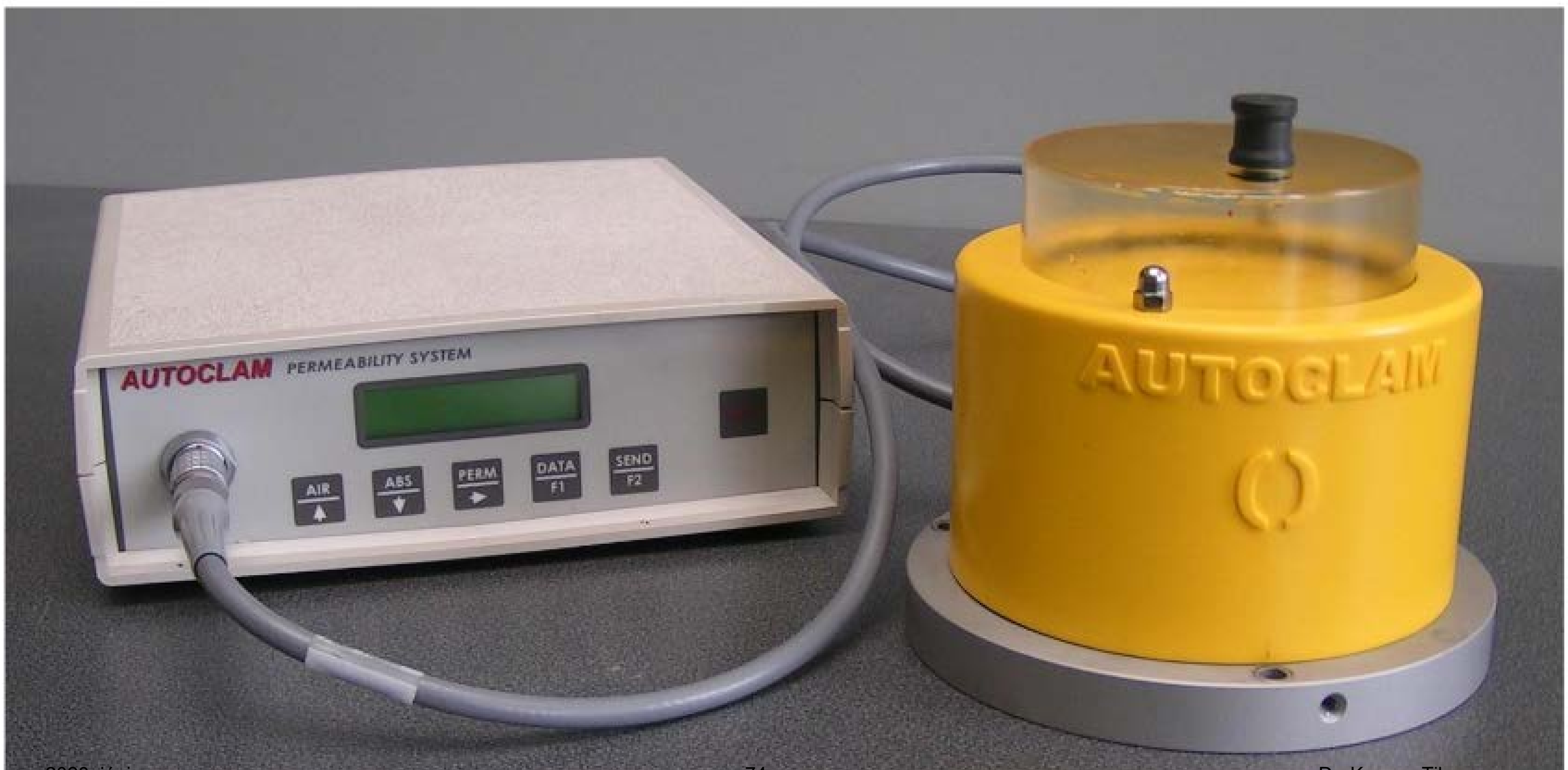


TORRENT permeabilitás vizsgáló készülék

Autoclam levegő és víz permeabilitás vizsgáló készülék

Autoclam

// **AUTOCLAM PERMEABILITY SYSTEM** for the measurement of those surface properties of concrete which influence its durability and performance in normal or aggressive environments.



Fémek keménységmérése hordozható készülékkel



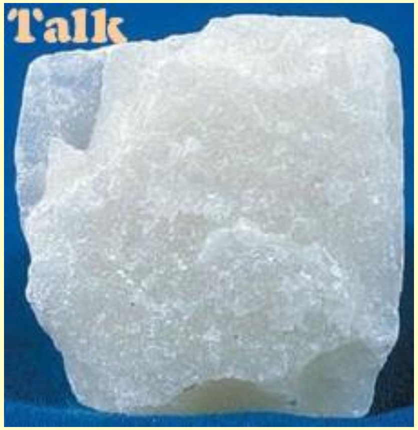
„PCE 1000” típusú hordozható készülék fémek keménységének mérésére

Alkalmas Rockwell B & C, Vickers HV, Brinell HB, Shore HS és Leeb HL keménység mérésére

„PCE 1000” típusú
hordozható készülék
fémek keménységének mérésére







Poldi-kalapács



Gyémánt

A *Poldi*-kalapács egy hordozható keménységmérési eszköz, amellyel az acél, bronz, alumínium, réz, sárgaréz és öntöttvas (szürke- és kéregöntvények), tehát a fémek *Brinell*-keménységének közelítő értékét lehet meghatározni,

- ha a vizsgált elem tömege ≥ 5 kg;
- ha a 70 kp/mm^2 = 686,5 N/mm^2 névleges szakítószilárdságú (ténylegesen 65-75 kp/mm^2 = 637,5-735,5 N/mm^2 szakítószilárdságú), névlegesen $HB_{etalon\text{-}névleges}$ = 197 kp/mm^2 *Brinell*-keménységű (ténylegesen 0,928×197 = 183 és 1,071×197 = 211 közötti HB_{etalon} *Brinell*-keménységű) etalon acélrúdon keletkezett benyomódás átmérője ≤ 4,5 mm;
- ha a benyomódások középpontjának egymástól való távolsága az etalon acélrúdon ≥ 15 mm.

A *Poldi*-kalapácsot beépített fémszerkezetek vagy telepített laboratóriumi berendezésekbe nagy méretük folytán be nem helyezhető fémpróbatestek *Brinell*-keménységének vizsgálatára használjuk.

A következőkben elsősorban az acél anyagok, mint szerkezeti elemek *Poldi*-kalapácsos keménységmérésével foglalkozunk.



A Poldi-kalapács nevét
a Prága melletti Kladno városban
működő, *Hut Poldi* elnevezésű
cseh acélmű neve után kapta,
ahol 1890-1900 között
fejlesztették ki.

Hut = kohó

A *Hut Poldi* acélművet

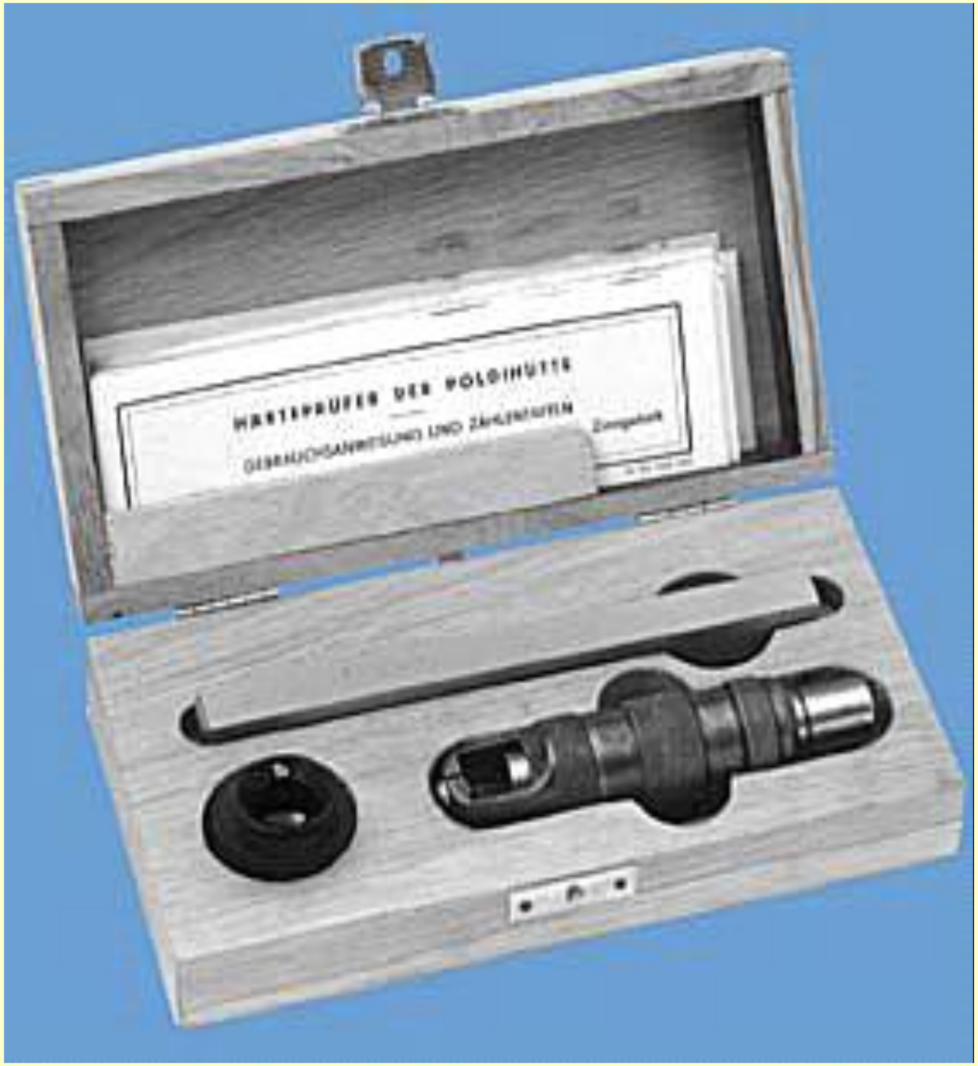
Karl Wittgenstein

(1847-1913)

alapította 1889-ben,

és a kohászati üzemnek felesége,
***Leopoldine Kallmus* asszony**
(tehetséges zongoraművésznő)
becenevét adta.

Poldi-kalapács





Poldi-kalapács fémek keménységének mérésére

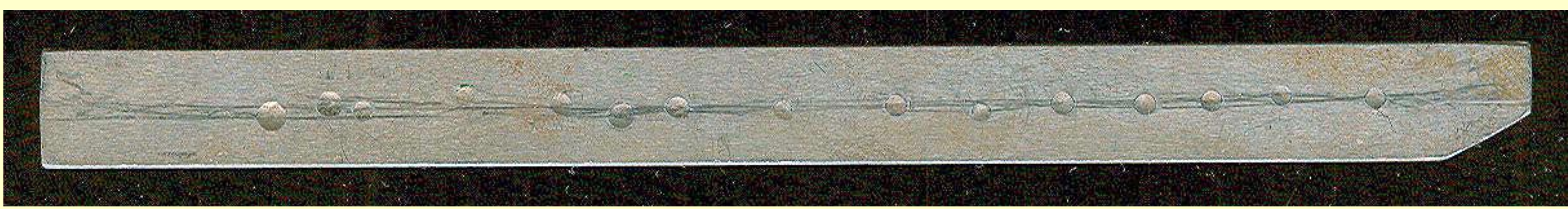




Poldi-kalapács fémek keménységének mérésére



Ütésnyomok a Poldi-kalapáccsal vizsgált próbatesten



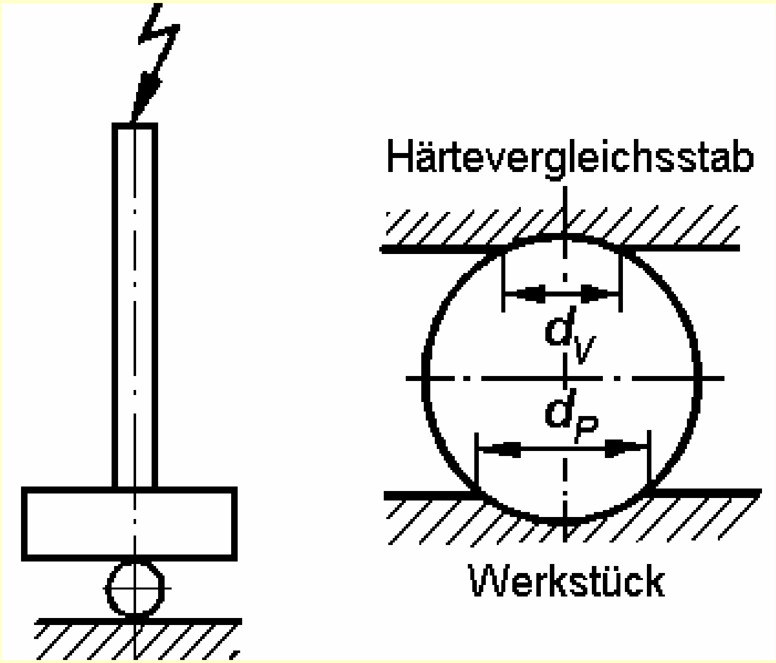
A *Poldi*-kalapács etalonja (*Poldi-has*áb) ütésnyomokkal



„*α*” az etalon rúd névleges *Brinell*-keménységének kalibrációs szorzója (kalibrációs korrekciós tényező) a *Poldi*-hasáb (etalon) véglapján



Felül az etalon rúd (Härtevergleichsstab)



Alul a vizsgált próbatest (Werkstück)

Poldi-kalapács

HB_p = a próbatest Brinell keménysége
HB_v = az etalon rúd Brinell keménysége
D = a golyó átmérője
A méretek mm-ben értendők.

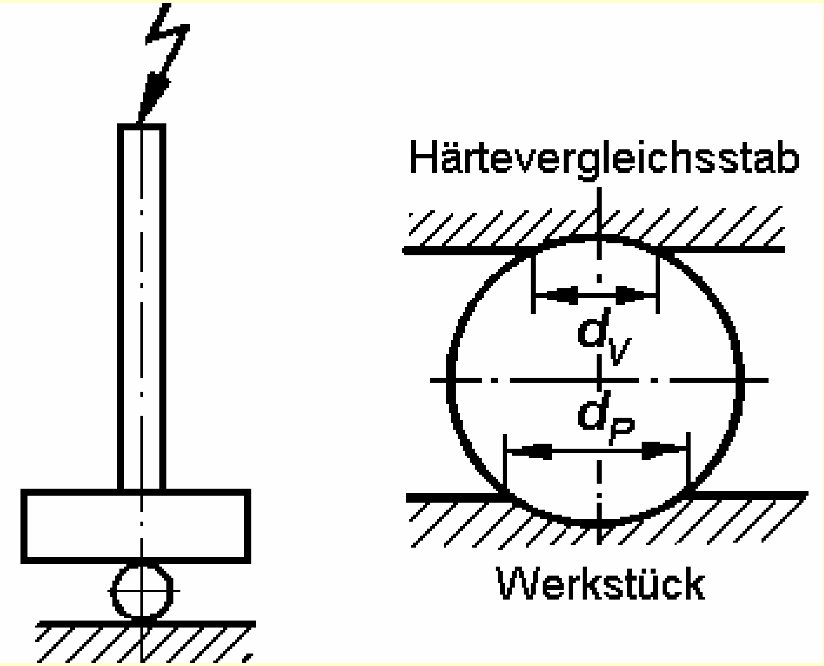
A ***Poldi*-kalapács** a fémek, így például az ötvözetlen vagy kevéssé ötvözött, 20 mm-nél vastagabb, legalább 5 kg tömegű acélok *Brinell*-keménységének becslésére alkalmas hordozható eszköz, amelynek tartozéka az ismert *Brinell*-keménységű etalon acélrúd (hasáb).



α szorzó (korrekciós tényező) a *Poldi*-hasáb (etalon) véglapján



Felül az etalon rúd (Härtevergleichsstab)



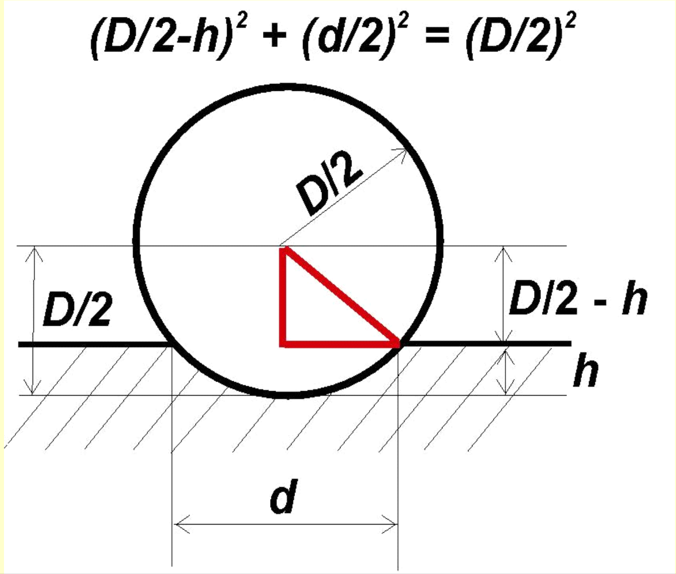
Alul a vizsgált próbatest (Werkstück)

Poldi-kalapács

HB_p = a próbatest Brinell keménysége
HB_v = az etalon rúd Brinell keménysége
D = a golyó átmérője
A méretek mm-ben érten…
A ***Poldi*-kalapác…** z
ötvözetle… mm-
né… kg tömegű
a… ségének becslésére
alk… ható eszköz, amelynek
tart… az ismert *Brinell*-keménységű
etalon rúd (hasáb).

A továbbiakban használt jelölések:
d_v helyett d_{etalon}, HB_v helyett HB_{etalon},
d_p helyett $d_{fém}$, HB_p helyett HB_{Poldi}

A *Poldi*-keménység kiszámításához szükséges összefüggés felírásához idézzük fel a *Brinell*-keménység összefüggését:



$$HB = \frac{F}{A_s} = \frac{F}{D \cdot \pi \cdot h} = \frac{2 \cdot F}{D \cdot \pi \cdot \left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)}$$

mert a *Pitagorasz*-tétel alkalmazásával felírhatjuk, hogy:

$$h = \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{1}{2} \cdot \left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)$$

A *Poldi*-keménység főképp az ütés ***dinamikus*** **volta folytán tér el a *Brinell*-keménységtől, amely utóbbi mérése során az erőátadás *statikus*.**

Ha feltételezzük, hogy a _D_ átmérőjű acélgolyóval rendelkező _Poldi-kalapács_ra mért egyazon ütés következtében a _Poldi-kalapács_ etalon acélrúdjában keletkezett benyomódási mélység (h_{etalon}) és a vizsgált fémben (például acélban) keletkezett benyomódási mélység ($h_{fém}$) hányadosa ($h_{etalon}/h_{fém}$) _fordított arányban áll_ a _Poldi_-kalapács etalon rúdja _Brinell_-keménységének (HB_{etalon}) és a vizsgált fém _Brinell_-keménységének (HB_{Poldi}) hányadosával (HB_{etalon}/HB_{Poldi}), akkor az előző diakocka szerint felírhatjuk, hogy:

$$HB_{Poldi} = HB_{etalon} \times \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{etalon}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_{fém}^2}}$$

Az így kapott eredményt még meg kell szorozni a _Poldi_-hasáb (etalon) véglapján található α korrekciós tényezővel.

A HB_{Poldi}-keménység kiszámítására a d_{etalon} és $d_{fém}$ benyomódási átmérőkből táblázatok állnak rendelkezésre, de e *Poldi*-táblázatokban szereplő *Brinell*-keménységek (HB_{Poldi}) értékei eltérnek a fenti összefüggéssel kiszámított értékektől.

Ennek oka az lehet, hogy míg a fenti képletben nem vették figyelembe a *Brinell*-vizsgálat statikus és a *Poldi*-vizsgálat dinamikus jellegének eltérő hatását a maradó alakváltozásra (a leolvasott benyomódási átmérőkre), addig a szabványok és a szabványokat követő műszergyártói használati útmutatók táblázatait feltehetőleg ennek az eltérésnek a figyelembevételével szerkesztették meg.

Erről részletesebben a

http://www.betonopus.hu/szakmernoki/180-poldi.pdf

dolgozatban lehet olvasni.

A STATIKUS ÉS DINAMIKUS VIZSGÁLAT KÜLÖNBSÉGE

- Ha az anyag igénybevételét folyamatosan növeljük egészen a tönkremenetelig, akkor statikus vizsgálatot végzünk. Ebben az esetben 1 százalék alakváltozás 1-10 s alatt megy végbe.
- Ha a szerkezeti anyagot ütésszerű dinamikus hatásnak tesszük ki, akkor dinamikus vizsgálatokról beszélünk. Ekkor az anyag 1 százalékos alakváltozáshoz (10^{-2})-(10^{-6}) s kell.

Forrás: Dr. Gácsi Zoltán: Fémtan II.

http://www.matsci.uni-miskolc.hu/new/files/jegyzetek/femtan2/Femtan_II.pdf



REPEDÉSMÉRÉS, PÓRUSMÉRET MÉRÉS



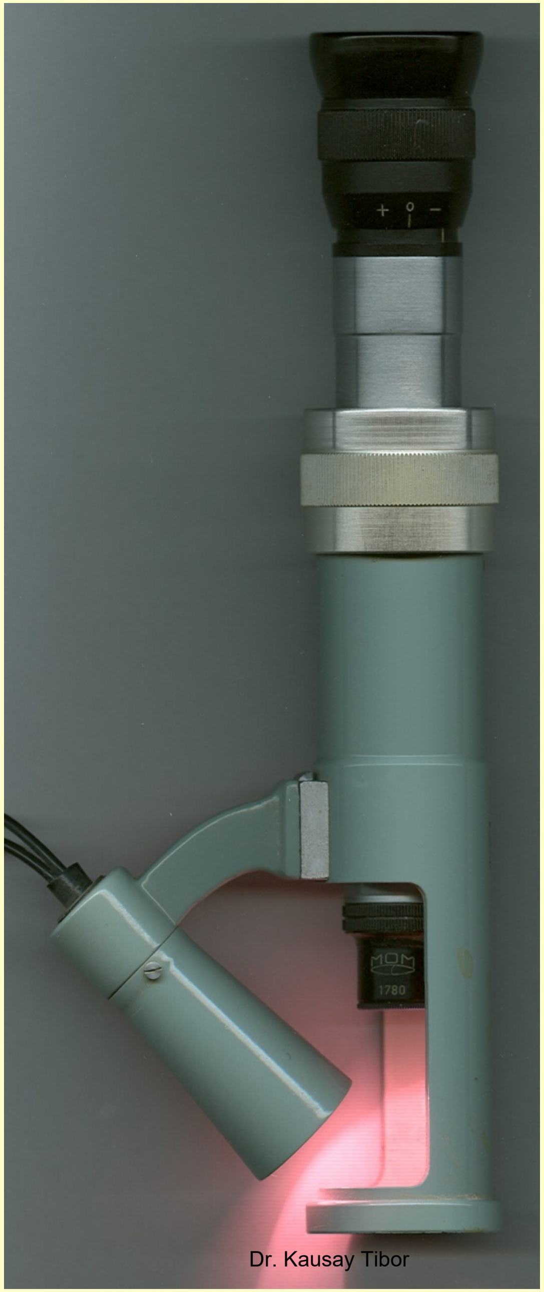
ELE repedéstágasság mérő mikroszkóp



MOM gyártmányú Brinell mikroszkóp, nagyítása 25-szörös

Repedéstágasság mérése MOM gyártmányú Brinell mikrószkóppal







***Huggenberger*-féle repedéstárasság mérő berendezés**

Repedések fajtái

Zsugorodási repedések
Hőmozgásból eredő repedések
Süllyedésből származó repedések
Terhelésekből adódó repedések

Repedések formája

Nyugvó repedések – Terjedő repedések
Átmenő repedések – Egyoldali (felületi) repedések
Hossz-, keresztirányú, vízszintes, függőleges repedés
Egyes, párhuzamos futású, hálószerű repedések

Repedés tágasság

Hajszálrepedés: ≤ 0,1 mm
Finomrepedés: 0,1 – 0,3 mm
Közepes tágasságú repedés: 0,3 – 0,5 mm
Nagytágasságú repedés: 0,5 – 1 mm
Széles repedés: > 1 mm



Hálószerű zsugorodási repedések



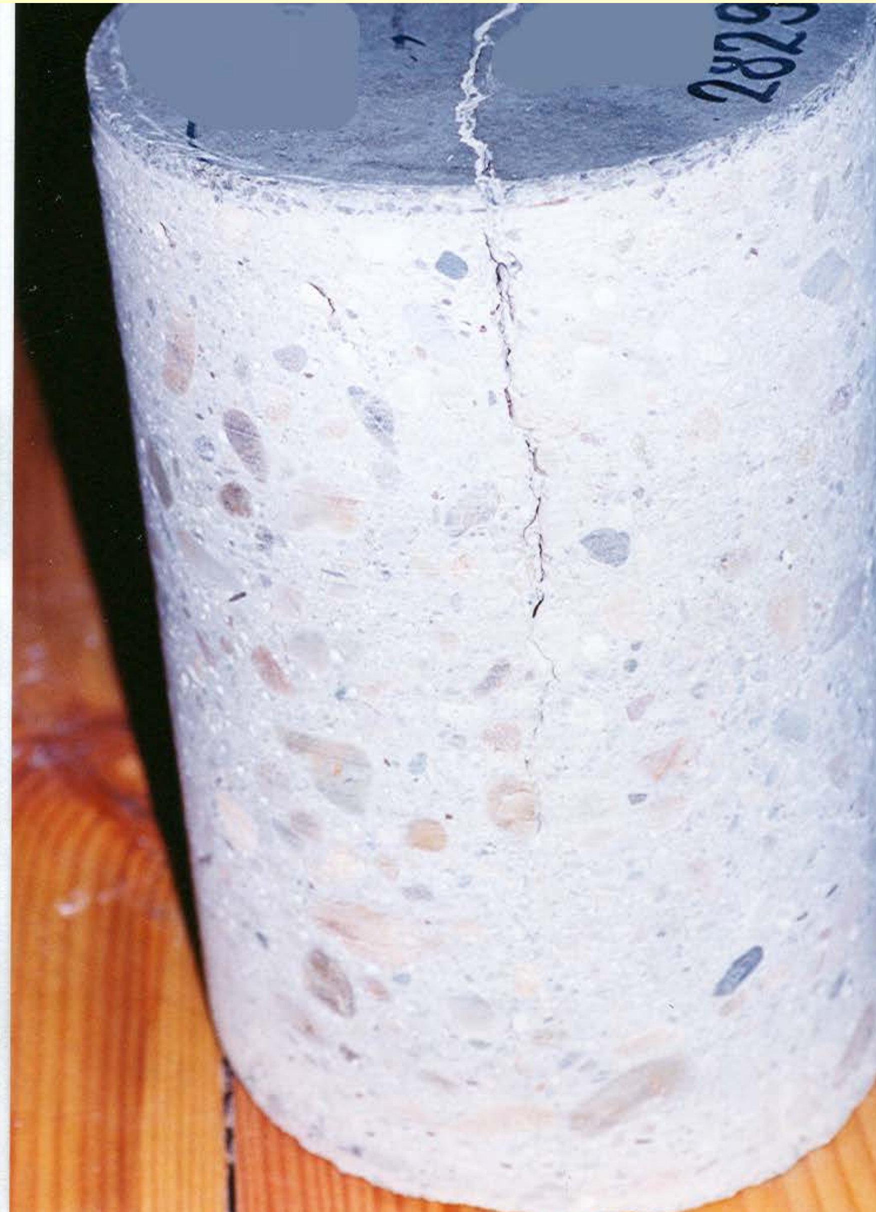

Platinum
Gillette



Raktár csarnok pormentes ipari padlóburkolata

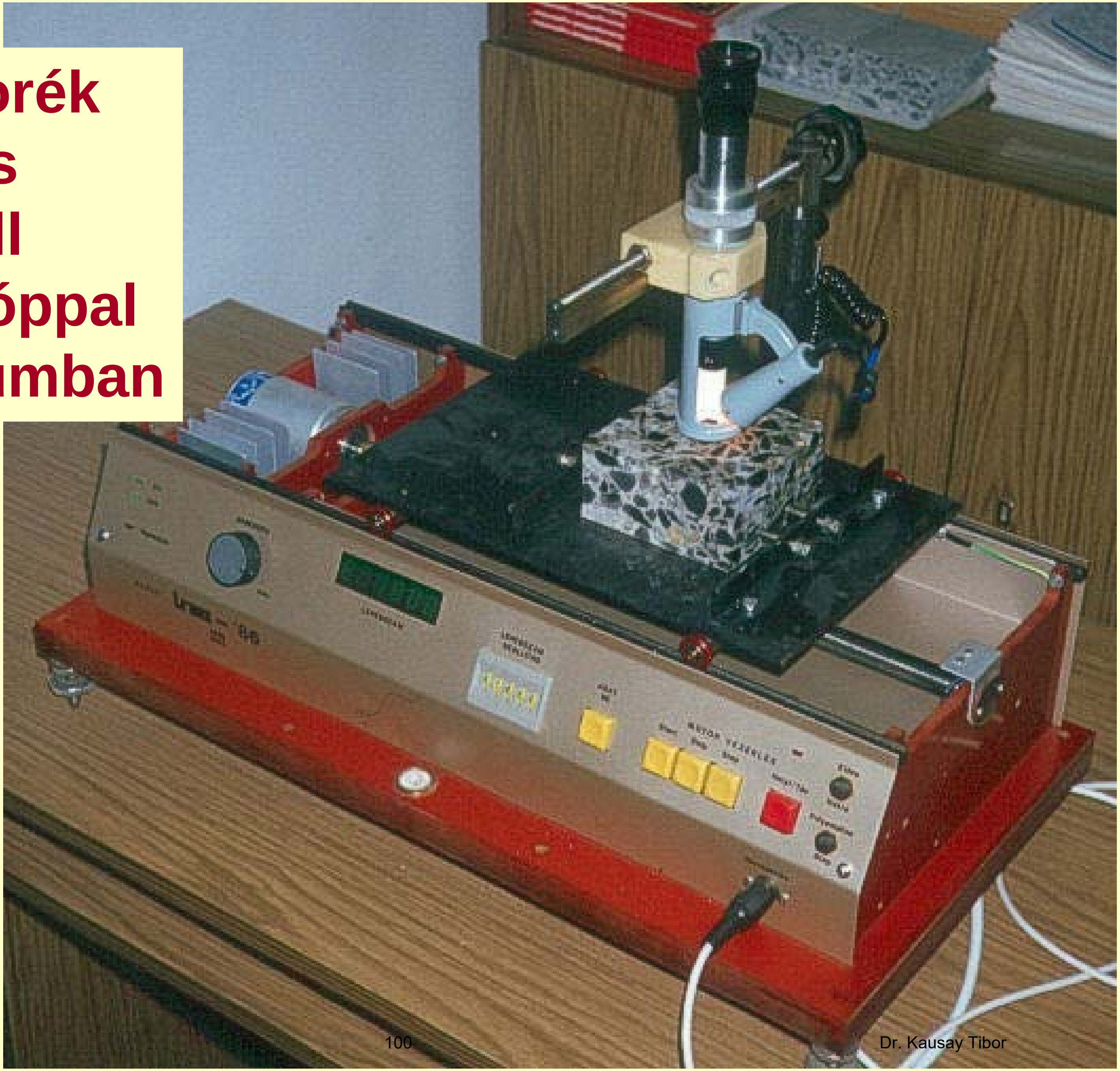

2008/2/11 16:14

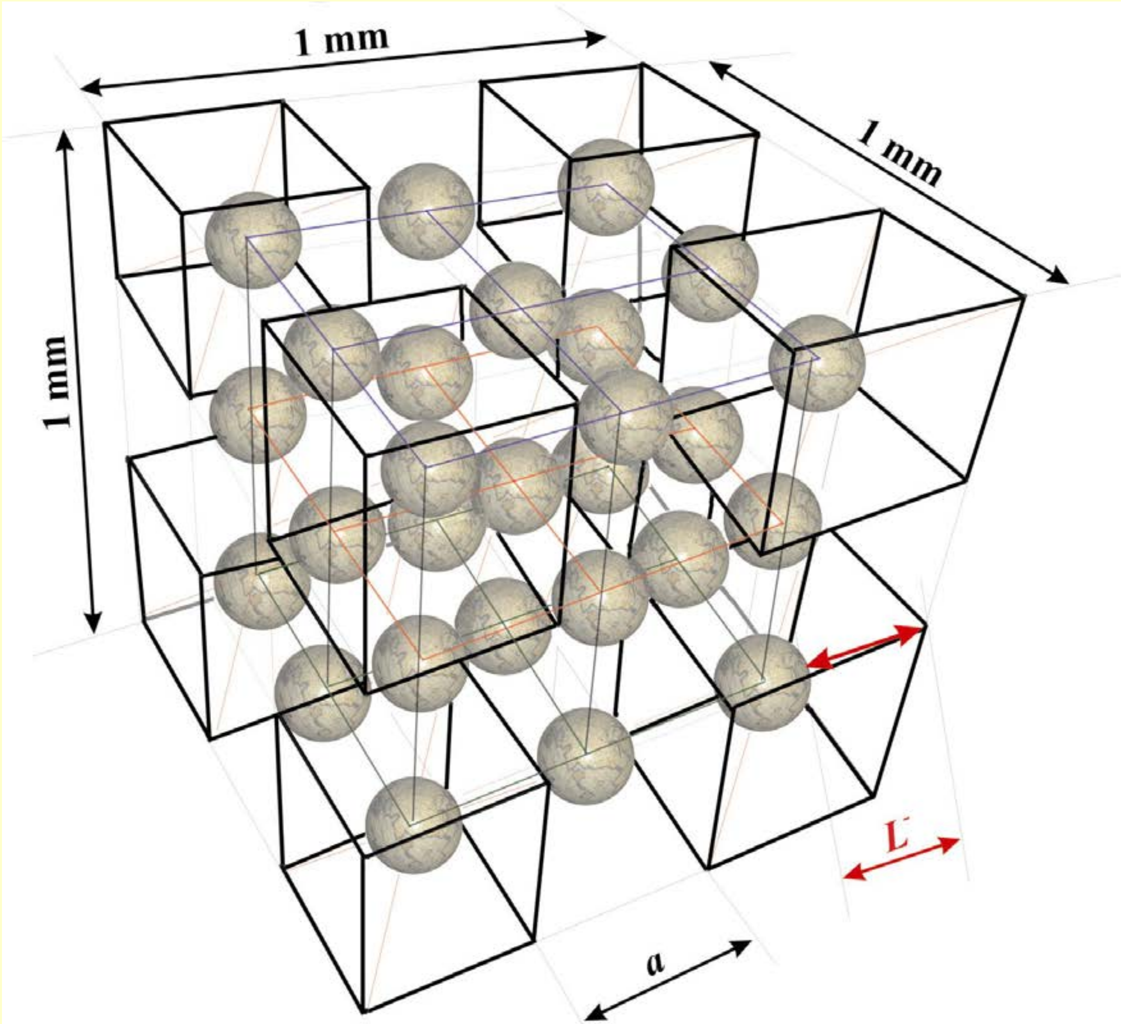





2008/2/29 8:01

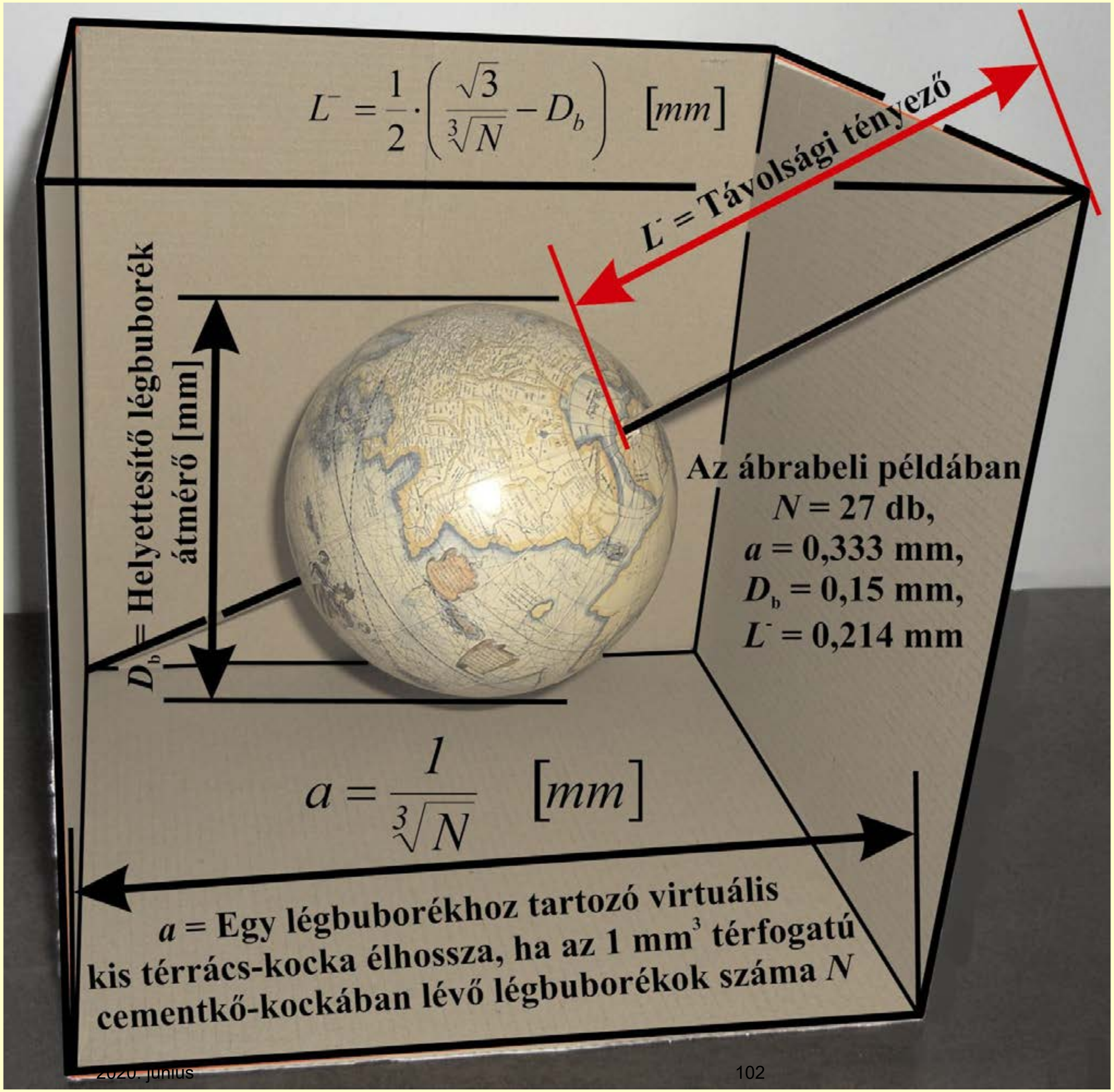
Légbuborék mérés Brinell mikroszkóppal laboratóriumban



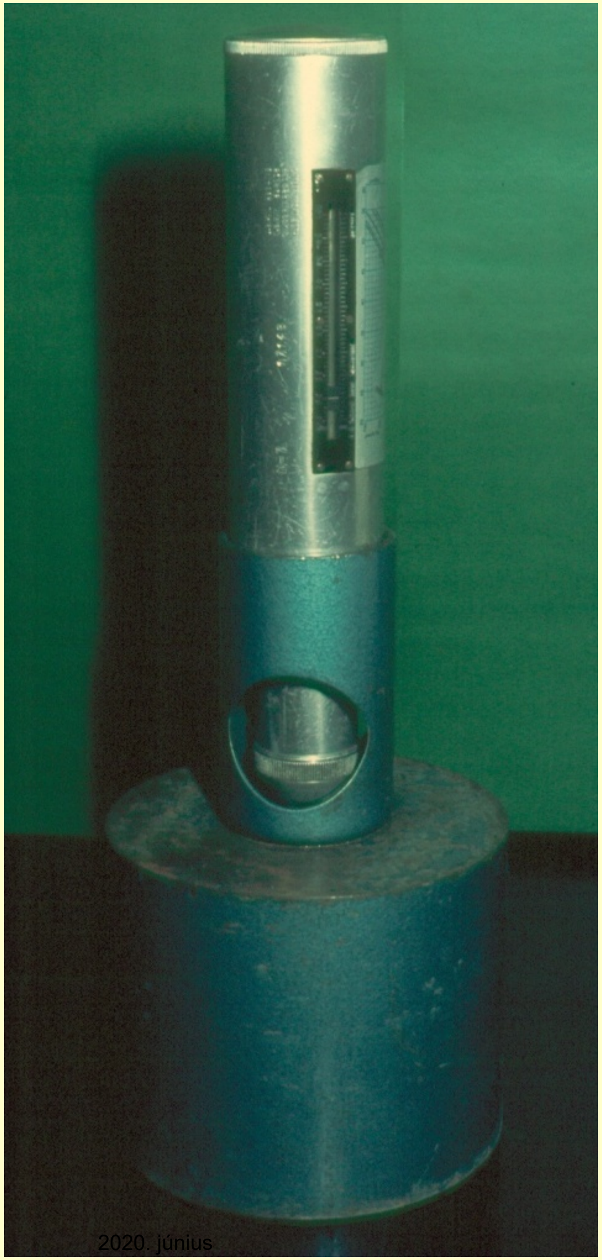


Az 1 mm^3 térfogatú virtuális cementkő-kockában köbös térrács szerint elhelyezkedő, az ábrabeli példában a D_b= 0,15 mm névleges átmérőjű légbuborékok száma: N= 27 db, egy légbuborékhoz tartozó kis térrács-kocka élhossza: $a = N^{-1/3}$ = 0,333 mm, a távolsági tényező: L= 0,214 mm

Az idealizált cementkő-modellben egyforma méretű, gömb alakú légbuborékok egyenletes eloszlásban, köbös térrácsban helyezkednek el.



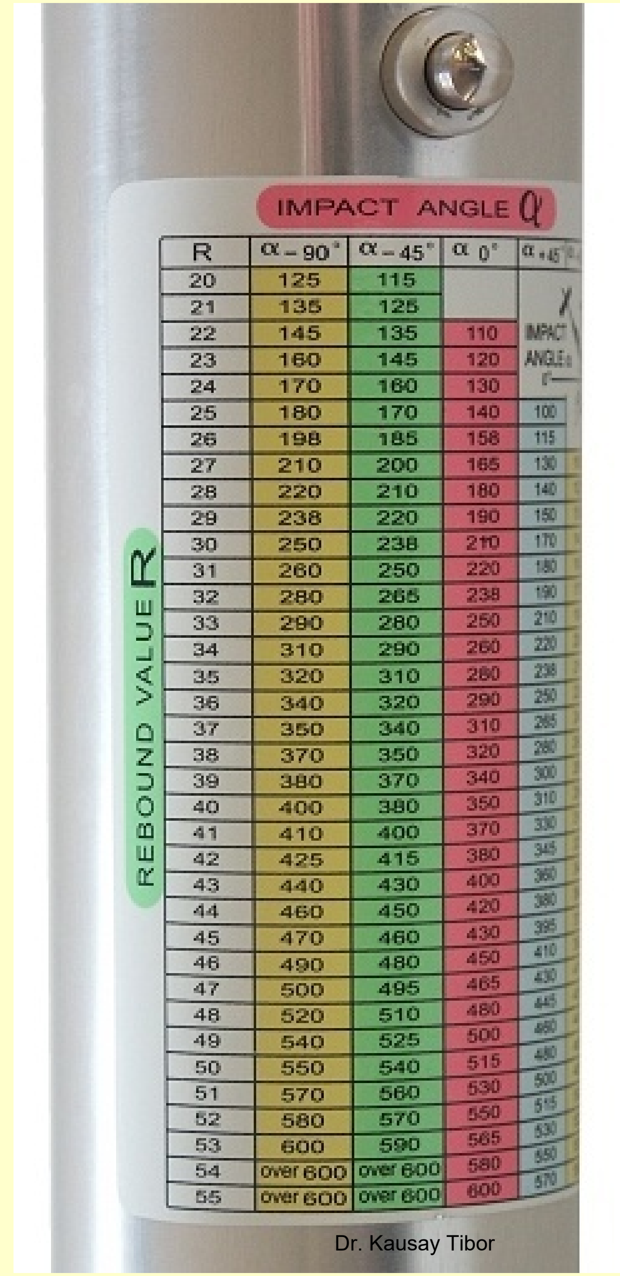
Az idealizált légbuborék szerkezetnek ugyanakkora az összes térfogata és a térfogati fajlagos felülete, mint a tényleges hatékony légbuborék szerke-zetnek.



BETON NYOMÓ-SZILÁRDSÁGÁNAK MÉRÉSE RONCSOLÁS-MENTES MÓDSZERREL



„PCE-HT-225A” típusú Schmidt-kalapács a beton nyomószilárdságának helyszíni, roncsolásmentes meghatározására



N jelű Schmidt-kalapács





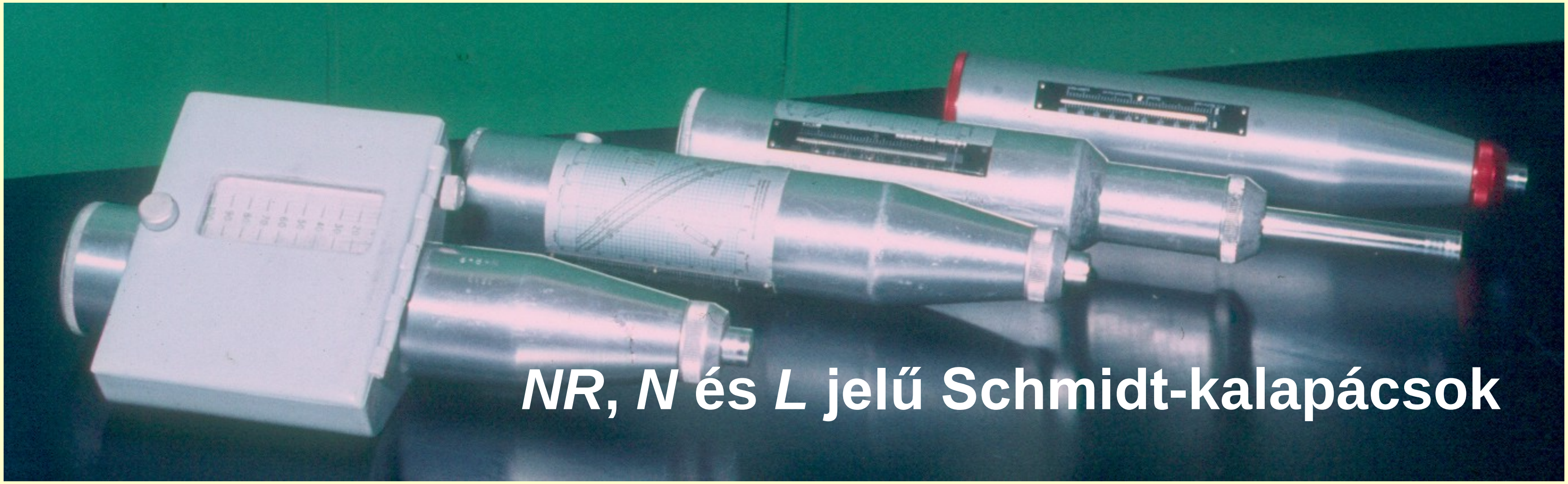
MSZ EN 12504-2:2013 A beton vizsgálata szerkezetekben. 2. rész: Roncsolásmentes vizsgálat. A visszapattanási érték meghatározása

A *Schmidt*-féle rugós kalapács *Ernst O. Schmidt* (1950, 1951, 1954) bázeli, svájci építőmérnök találmánya, aki Svájcban 1950. június 7-én, az USA-ban 1951. május 29-én nyújtotta be „Eljárás és készülék építőanyagok felületi keménységének vizsgálatára” című szabadalmát.

A ma gyártott *N*-típusú *Schmidt*-kalapács (ütőenergiája 2,207 N·m) a közönséges betonok, az *L*-típusú *Schmidt*-kalapács (ütőenergiája 0,735 N·m) a könnyűbetonok, valamint az 50-100 mm vastagságú betonok vizsgálatára alkalmas.

A tömeg- és útbetonok, repülőtéri burkolatok vizsgálatára használt *M*-típusú *Schmidt*-kalapács (ütőenergiája 29,430 N·m) ma már nem készül.

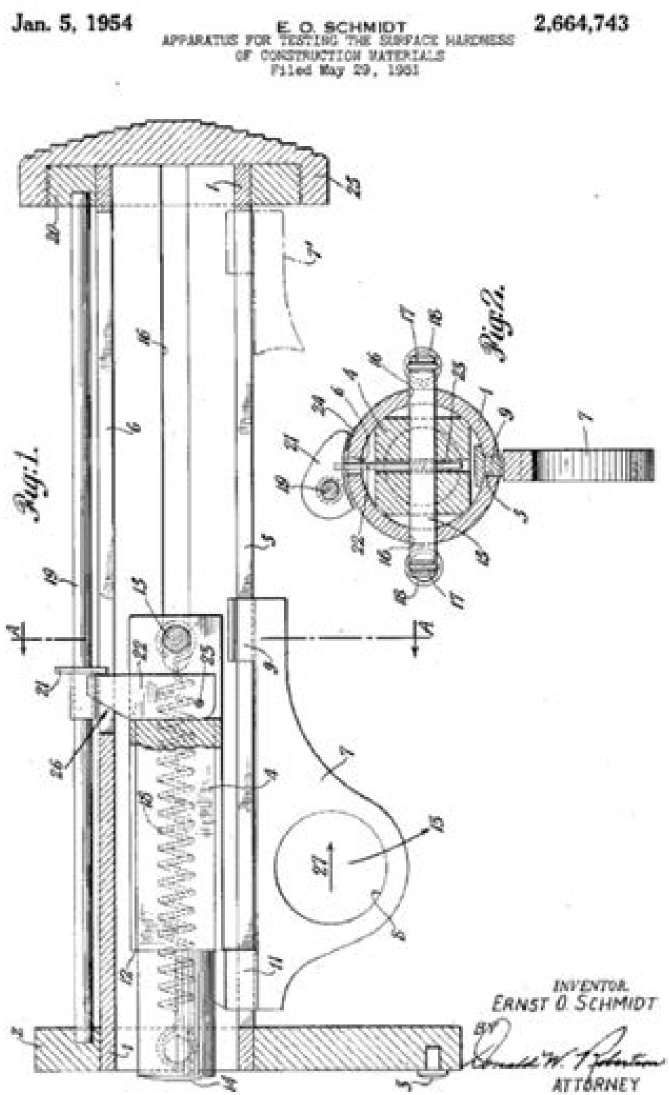
A *Schmidt*-kalapácsot az *N*- és *L*-típusú alapmodelleken kívül regisztrálós (*NR*, *LR*), digitális (*Digi-Schmidt*, *ND, LD*) és újabban a visszapattanás sebességét mérő, szintén digitális, az alapmodellekkel azonos ütőenergiájú és típusú (*SilverSchmidt*, Silver = ezüst, angolul) modell formájában gyártják.



***NR*, *N* és *L* jelű Schmidt-kalapácsok**



***M* jelű Schmidt-kalapács**

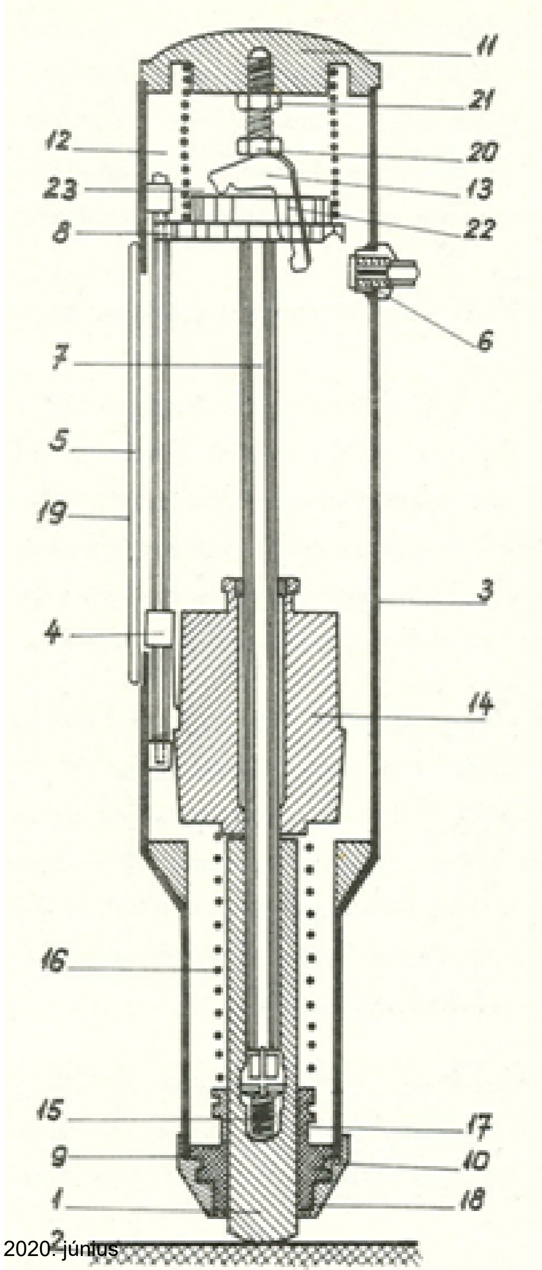


68. ábra: Az eredeti *Schmidt*-kalapács rajza az 1954. évi (1951-ben benyújtott) amerikai szabadalmi leírásból *(Schmidt*, Patent US 2.664.743, 1954)



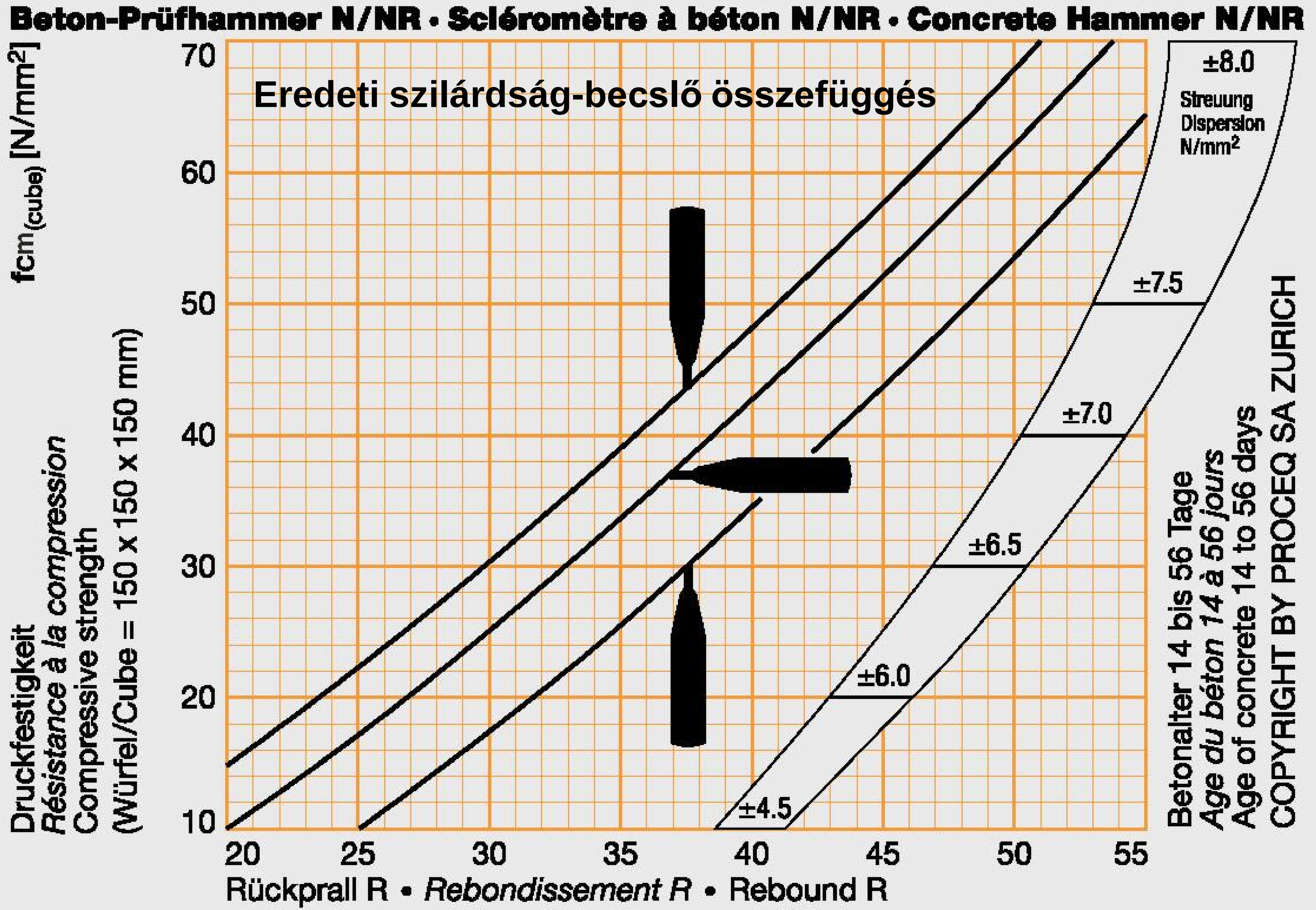
69. ábra: *N*-típusú *Schmidt*-kalapács skálája

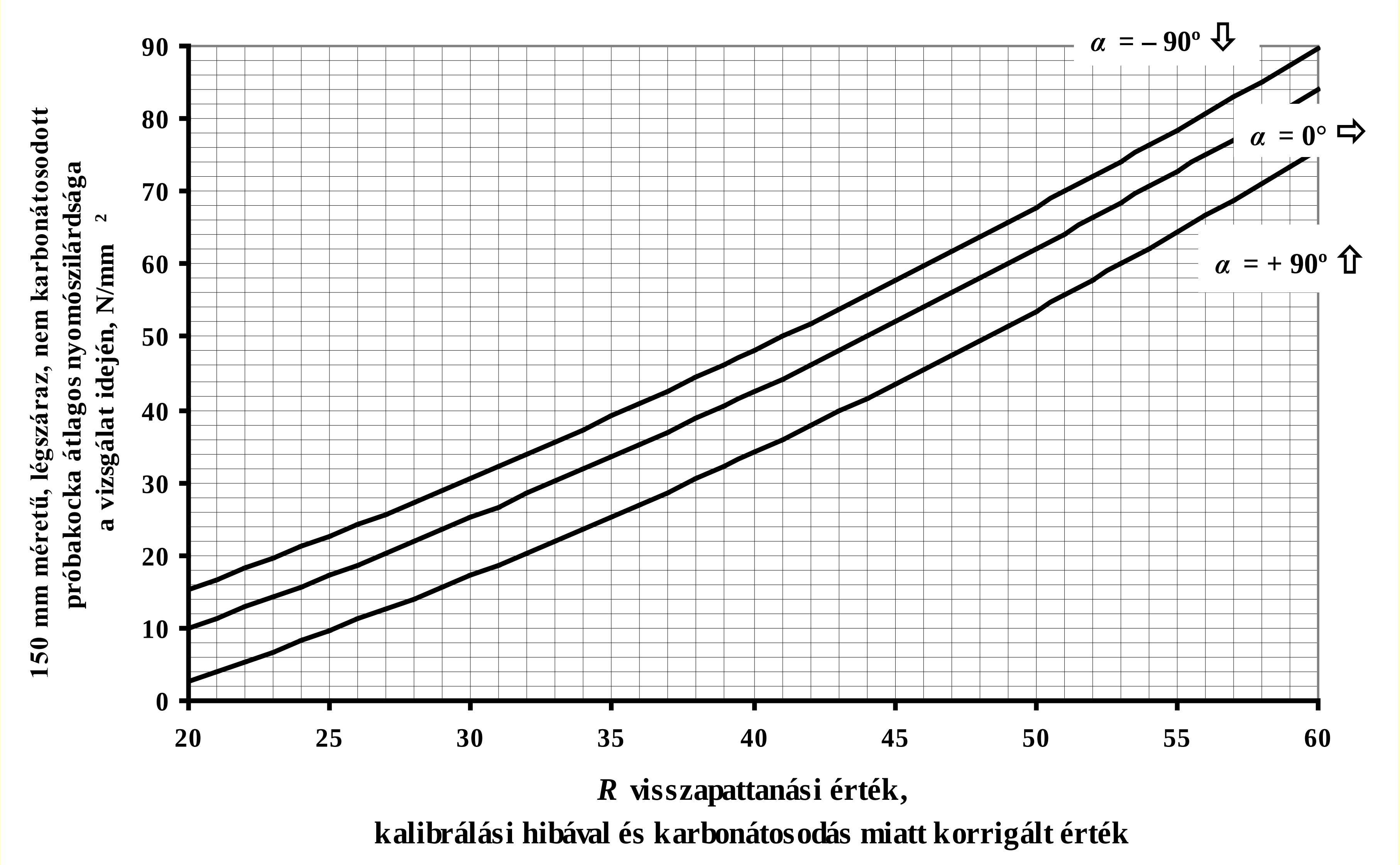
N-típusú *Schmidt*-kalapács metszete



1. ütőcsap
2. beton
3. műszerház
4. mutató (index)
5. skála
6. rögzitő gomb
7. vezetőrúd
8. vezetőtárcsa
9. porsapka
10. kétrészes gyürü
11. zárófedél
12. felhúzórugó
13. kioldó szerkezet
14. ütőkos
15. visszalökő rugó
16. ütőrugó
17. hüvely
18. filckarika
19. plexitüvegablak
20. kalibráló csavar
21. ellenanya
22. biztositószeg
23. kioldó szerkezet rugója

Eredeti szilárdság-becslő összefüggés





Ma használatos nyomószilárdság-becslő összefüggés (*Schmidt*-kalapács)





Bauxitbeton épületszerkezetek felülvizsgálata során (XX. század utolsó harmada) a Schmidt-kalapácsos vizsgálatot sokszor követte magminták kifúrása roncsolásos nyomószilárdság vizsgálat céljára

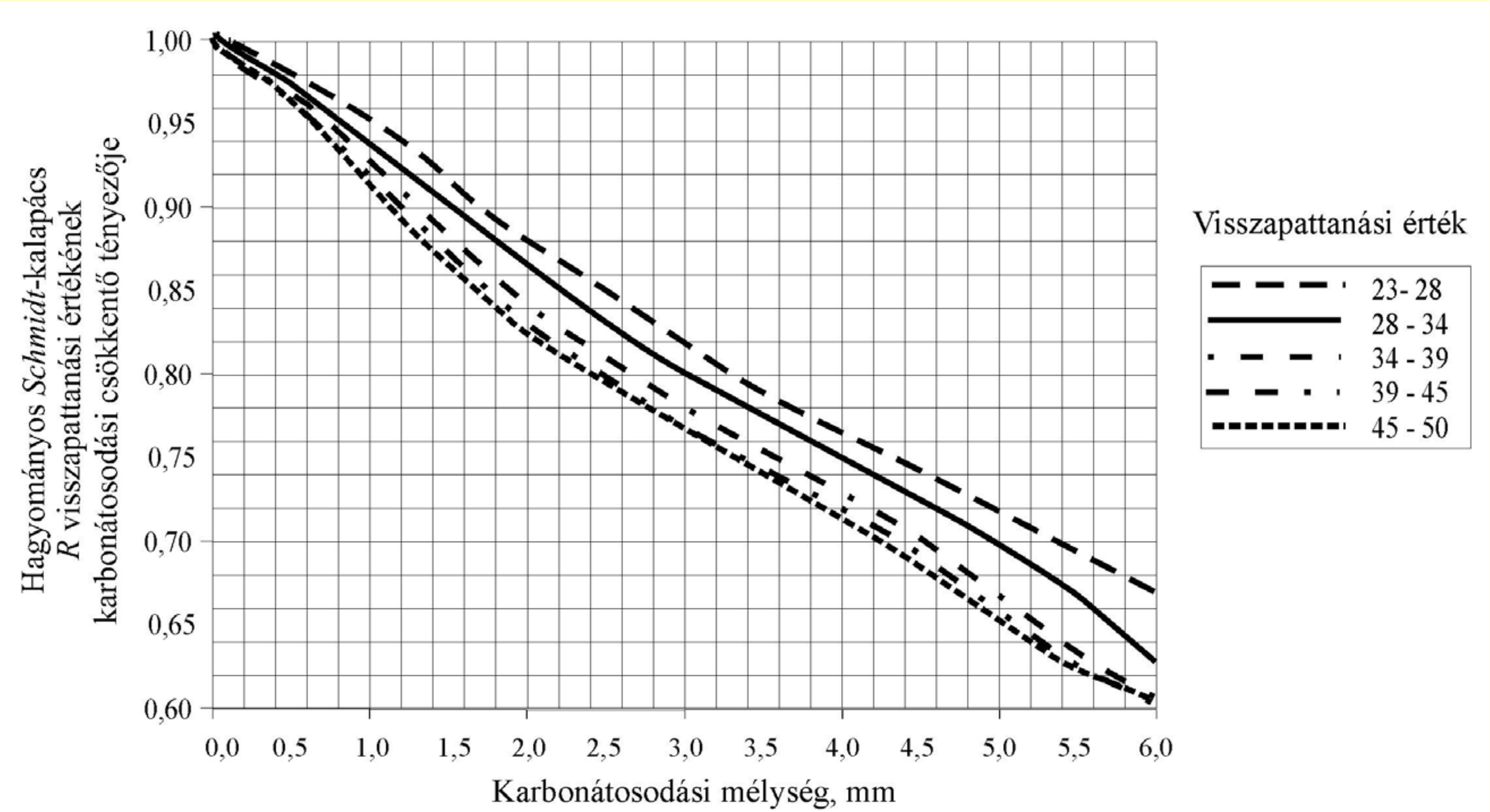
A *Schmidt*-kalapácsos vizsgálat általában szerkezetbe beépített betonok nyomószilárdságának meghatározására akkor alkalmazható, ha a beton felületi rétege és belseje között – a felület karbonátosodásától eltekintve – nincs számottevő szövetszerkezeti eltérés.

A vizsgált betonnak legalább 100 mm vastagságúnak, merevnek, vagy mereven megtámasztottnak és légszáraz állapotúnak kell lennie, és a karbonátosodási mélysége lehetőleg ne legyen 5 mm-nél több.

Az *N*-, *L*-, *NR*-, *LR*-, *ND*-, *LD*-típusú hagyományos *Schmidt*-kalapácsokkal meghatározott, leolvasott visszapattanási érték (*R* = Rückprall) a visszapattanó ütőkos útjával ($\Delta s_{visszapattanás}$) hozzávetőlegesen az
$R = 1{,}323 \cdot \Delta s_{visszapattanás} + 7{,}35$, illetve a $\Delta s_{visszapattanás} = 0{,}756 \cdot R - 5{,}56$ összefüggés szerint arányos, az ütőkos visszapattanási útja ($\Delta s_{visszapattanás}$) pedig az ütőkos visszapattanási energiája ($E_{ütőkos,visszapattanási}$) és az ütőrugó ütési rugalmas energiája ($E_{rugó,ütési}$) hányadosa (Ψ_R) négyzetgyökének függvénye, mert:

$$\Psi_R = \frac{E_{ütőkos,visszapattanási}}{E_{rugó,ütési}} = \frac{(F_{visszapattanás} \cdot \Delta s_{visszapattás})/2}{(F_{ütés} \cdot \Delta s_{ütés})/2} = \frac{(D/2) \cdot \Delta s_{visszapattanás}^{\ 2}}{(D/2) \cdot 75^2} = \frac{\Delta s_{visszapattanás}^{\ 2}}{75^2}$$

és $\Delta s_{visszapattanás} = 75 \cdot \sqrt{\Psi_R}$, amiből: $R = 99{,}22 \cdot \sqrt{\Psi_R} + 7{,}35$;
ahol $F_{visszapattanás} = D \cdot \Delta s_{visszapattanás}$ a rugóerő a visszapattanás során, $F_{ütés} = D \cdot \Delta s_{ütés}$ a kihúzott ütőrúgó ereje, *D* a direkciós állandó (a „*c*” rugóállandó reciproka), $\Delta s_{visszapattanás}$ a visszapattanó ütőkos útja, $\Delta s_{ütés} = 75$ mm a kihúzott ütőrugó megnyúlása (*Brandestini* 2010).
Például, ha $R = 40$, akkor $\Delta s_{visszapattanás} = 24{,}68$ mm és $\Psi_R = 0{,}108$.



Karbonátosodási korrekciós diagram a hagyományos N-, L-típusú és digitális *Schmidt*-kalapács *R* visszapattanási értékének csökkentésére japán kísérletek alapján.

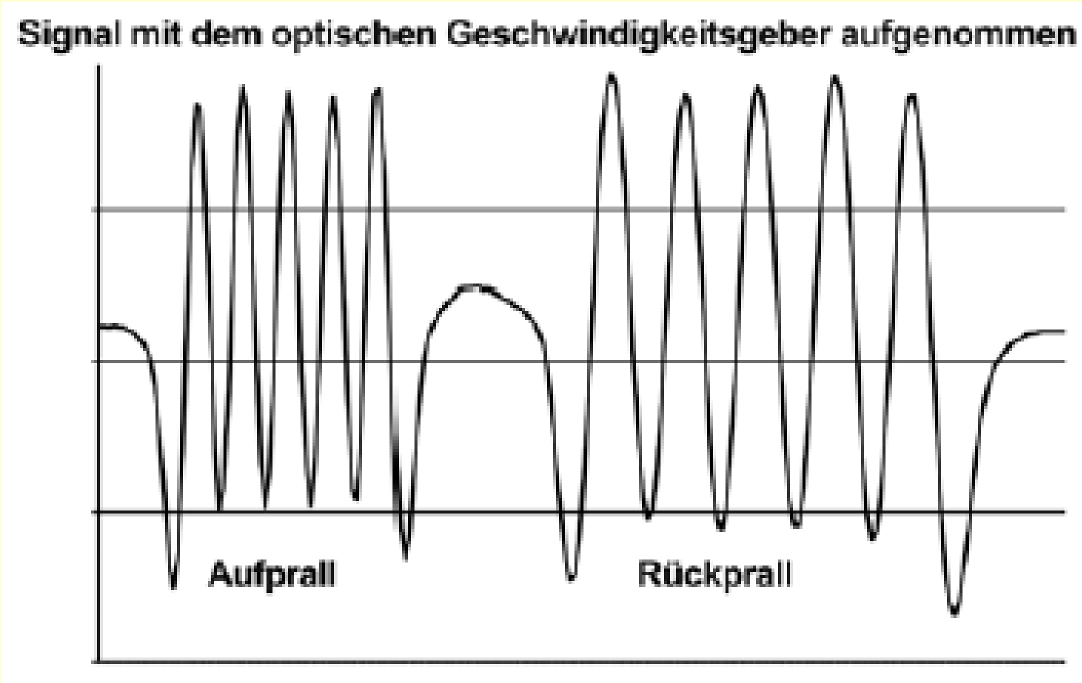
A diagramban szereplő karbonátosodási csökkentő tényező európai körülmények között valószínűleg túl nagy

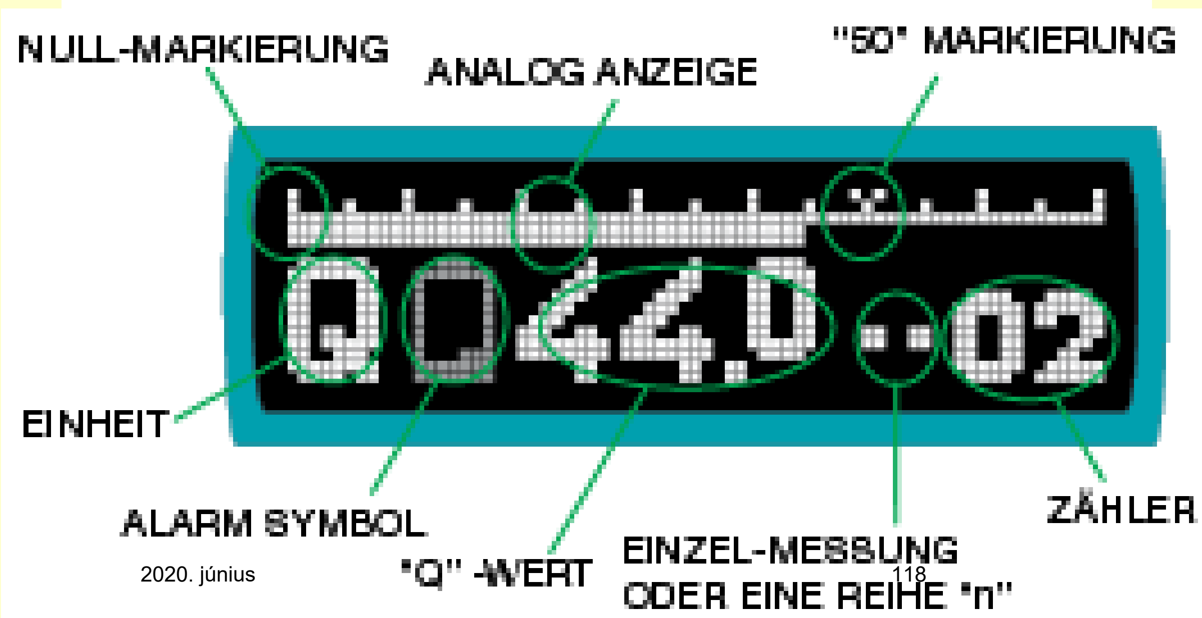
(*Proceq SA* 2003)

A *Schmidt*-kalapácsok *„SilverSchmidt”* néven forgalmazott új generációját a *Proceq SA* 2006-2010 évek között fejlesztette ki. A hagyományos *Schmidt*-kalapács mérési eredményét különféle súrlódások befolyásolják, amelyek a *SilverSchmidt-kalapács* esetén nem lépnek fel, mert a visszapattanási értéket (*Q*) nem az ütőkos visszapattanáskor megtett útja függvényében, hanem az ütőkos visszapattanási ($v_{visszapattanás}$) és ütési sebessége ($v_{ütés}$) négyzetének az arányában (Ψ_Q) fejezik ki:

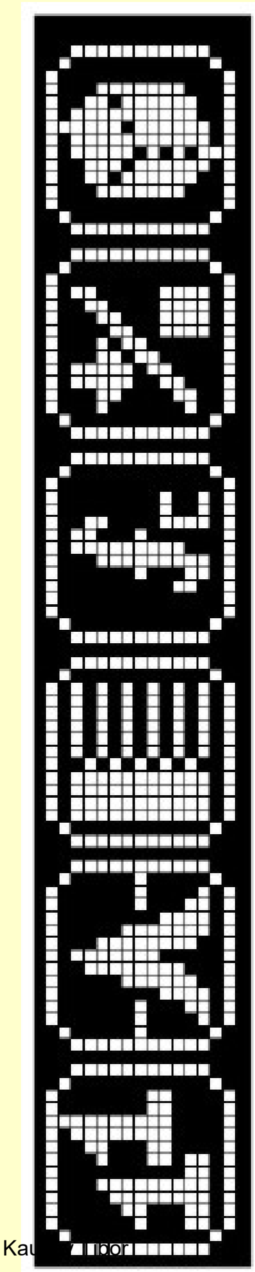
$$\Psi_Q = \frac{M_{ütőkos} \cdot v_{visszapattanás}^{2} / 2}{M_{ütőkos} \cdot v_{ütés}^{2} / 2} = \frac{v_{visszapattanás}^{2}}{v_{ütés}^{2}}$$

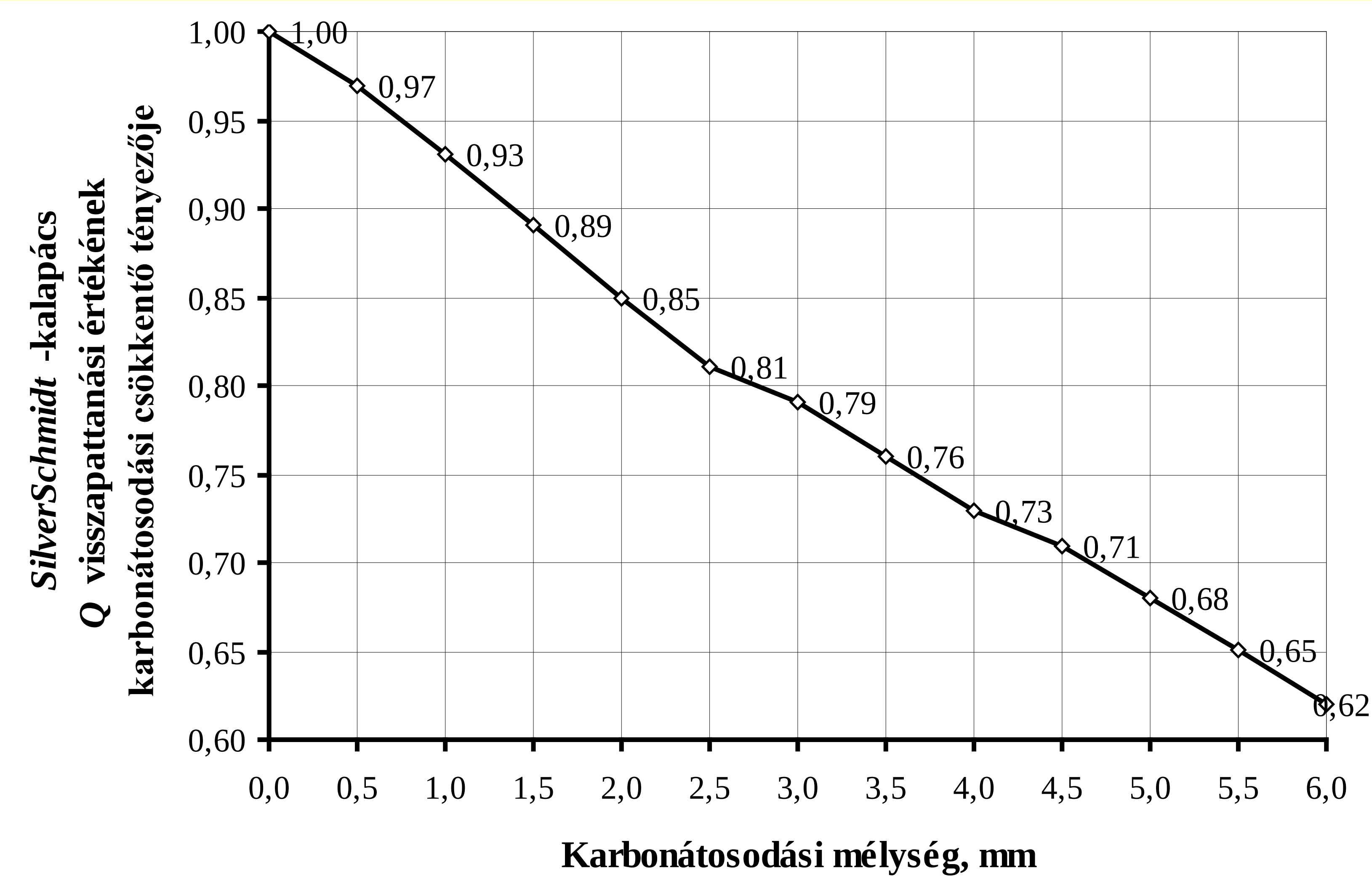
Munka, energia = Erő·Út = Tömeg·Gyorsulás·Út =
= Tömeg·(Út/Idő^2)·Út = Tömeg·(Út^2/Idő^2) = Tömeg·Sebesség^2


Signal mit dem optischen Geschwindigkeitsgeber aufgenommen
Aufprall
Rückprall


NULL-MARKIERUNG
ANALOG ANZEIGE
"50" MARKIERUNG
EINHEIT
ALARM SYMBOL
"Q" -WERT
EINZEL-MESSUNG
ODER EINE REIHE "n"
ZÄHLER



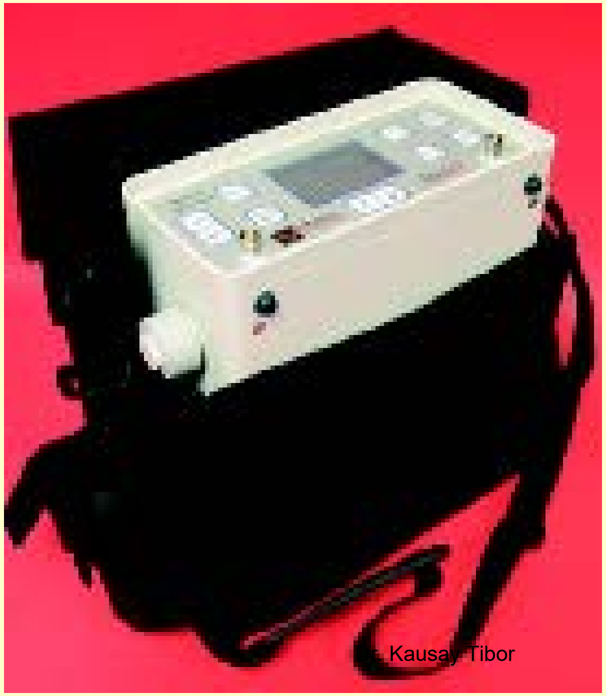




Karbonátosodási korrekciós diagram a *SilverSchmidt*-kalapács *Q* visszapattanási értékének csökkentésére japán kísérletek alapján. A diagramban szereplő karbonátosodási csökkentő tényező európai körülmények között valószínűleg túl nagy (*Proceq SA* 2007)



„Pundit 7” típusú, ultrahang terjedési idő mérő készülék a beton nyomószilárdságának roncsolásmentes vizsgálatára

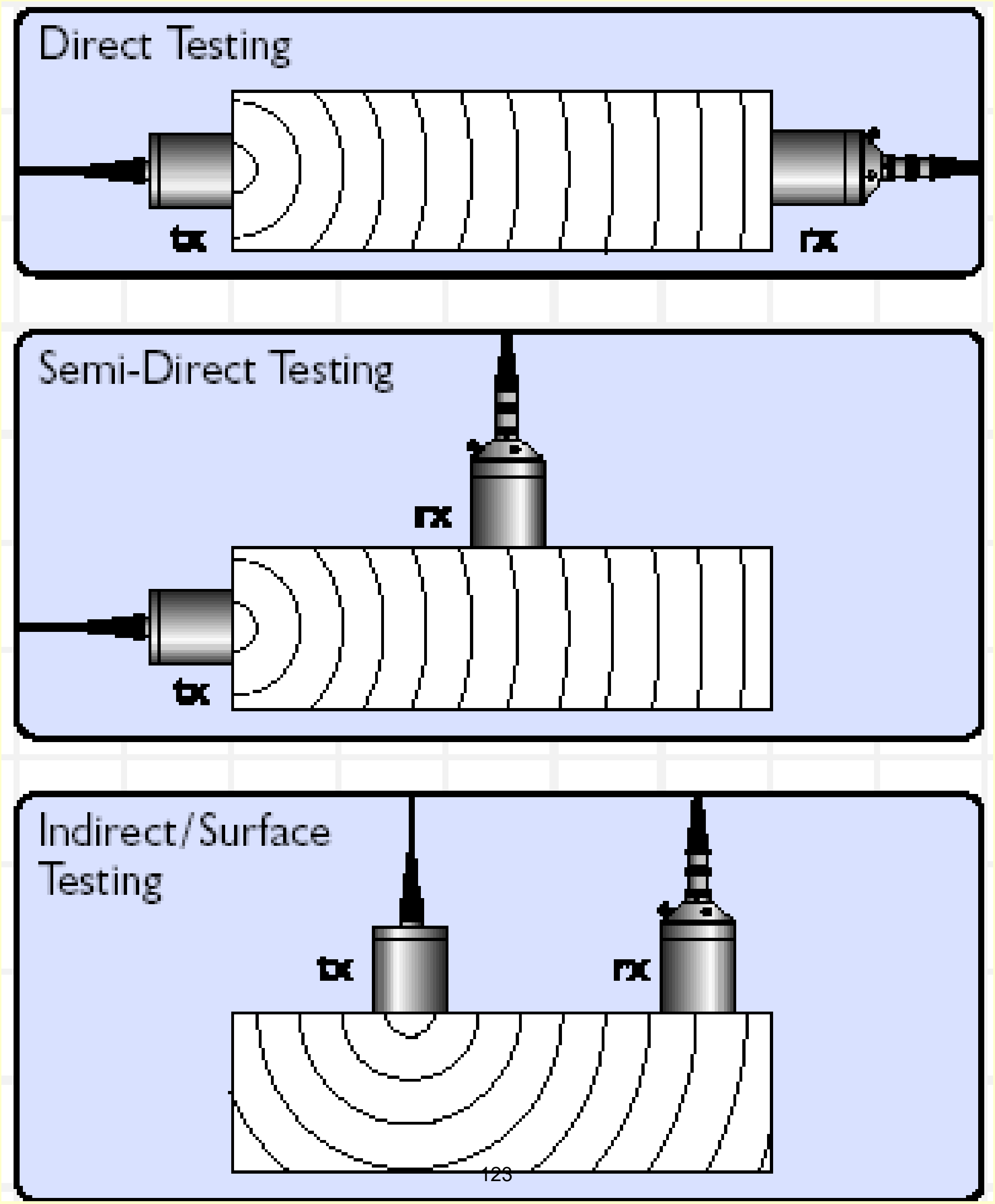


„Pundit plus” típusú, ultrahang terjedési idő mérő készülék a beton nyomószilárdságának roncsolásmentes vizsgálatára



MSZ EN 12504-4:2005 A beton vizsgálata.
4. rész: Az ultrahang terjedési sebességének meghatározása


TICO
Ultraschallgerät
Ultrasonic Instrument
TICO
Ultraschallgerät
Ultrasonic Instrument
ON OFF
START RESET
MENU
PRINT STORE
END
PROCEQ Testing Instruments


Direct Testing
tx
rx
Semi-Direct Testing
rx
tx
Indirect/Surface
Testing
tx
rx

A longitudinális hanghullám terjedési sebessége levegőben 330 m/s, vízben 1500 m/s, betonban 3000-5000 m/s, acélban 6000 m/s. Szilárd testben a longitudinális hanghullám terjedési sebessége a

$$v_L = \sqrt{\frac{E_{din,L} \cdot (1-\mu)}{\rho_T \cdot (1+\mu) \cdot (1-2\cdot\mu) \cdot c_{Edin}}} = \sqrt{\frac{E_{din,L}}{\rho_T}} \cdot \sqrt{\frac{1-\mu}{(1+\mu)\cdot(1-2\cdot\mu)\cdot c_{Edin}}}$$

összefüggéssel fejezhető ki, ahol: $E_{din,L}$ az anyag hosszirányú (longitudinális) dinamikai rugalmassági modulusa, μ az anyag *Poisson*-tényezője, ρ_T az anyag testsűrűsége, c_{Edin} arányossági tényező.
A gyakorlatban szívesen veszik fel az (1-μ)/[(1+μ)·(1-2·μ)·c_{Edin}] szorzat értékét 1,0 (μs²/mm²)/[(N/mm²)·(kg/m³)]-nek, amely egyszerűsítéssel a longitudinális hanghullám terjedési sebességének összefüggése a következő alakot veszi fel:

$$v_L = \frac{L_{ultrahang}}{t_{ultrahang}} = \sqrt{\frac{E_{din,L}}{\rho_T}} \qquad mm/\mu s$$

ahol: $L_{ultrahang}$ az ultrahang által a betonban megtett út hossza, mm, $t_{ultrahang}$ idő, amely alatt az ultrahang az $L_{ultrahang}$ hosszúságú utat a betonban megteszi, μs

A dinamikai rugalmassági modulus a rezgőmozgás hatására a *σ–ε görb*e általában nagyon kis feszültséghez tartozó pontján keletkező hiszterézis hurok átlója hajlászögének iránytangense.

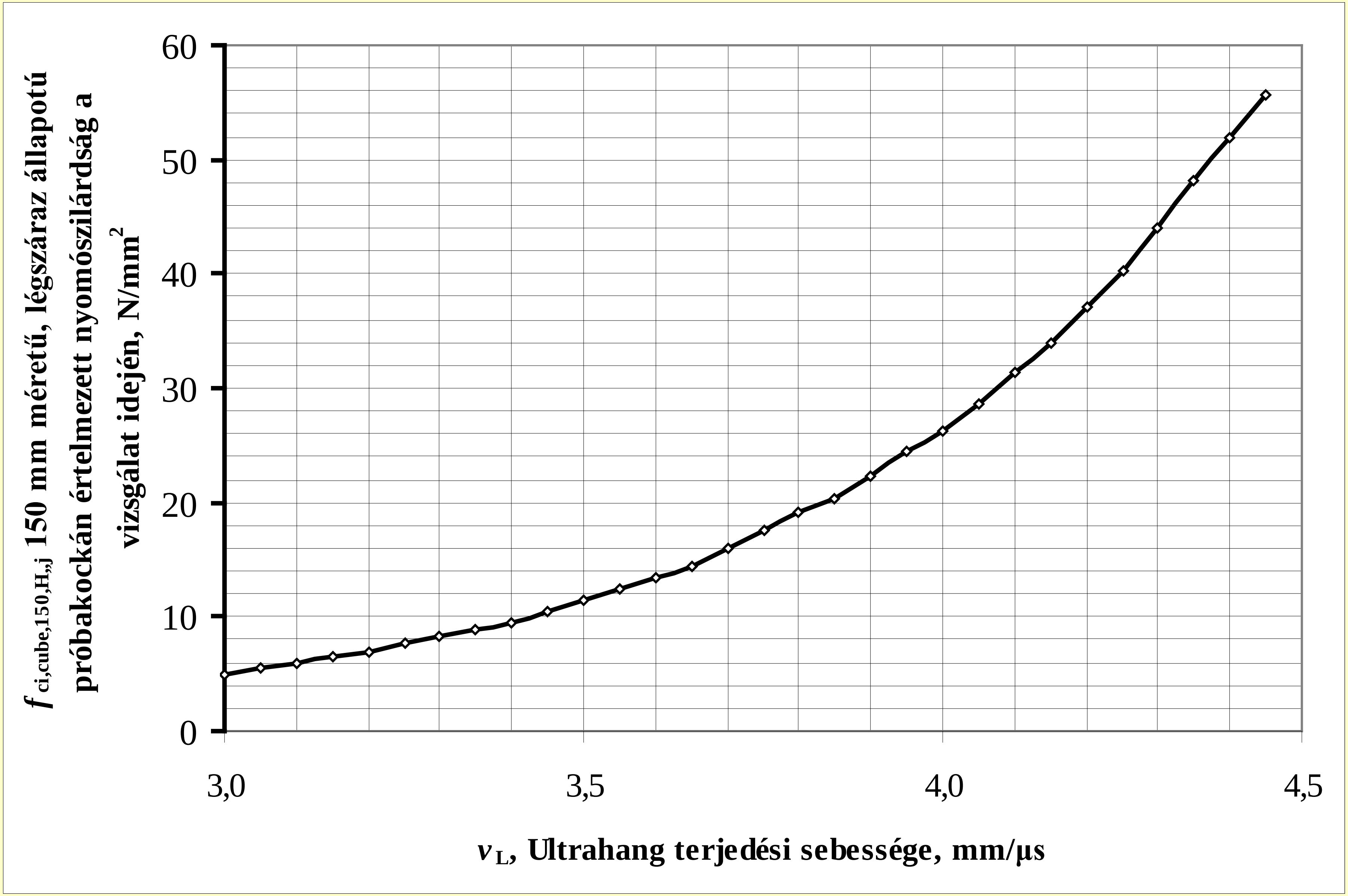
A dinamikai rugalmassági modulus a statikai rugalmassági modulusnál nagyobb, és a szilárdság növekedésével a beton dinamikai és statikai rugalmassági modulusának különbsége csökken. A dinamikai rugalmassági modulust az adalékanyag és a cementkő fajtája, a beton kora, porozitása és nedvesség-tartalma jelentősen befolyásolja. A kísérleti eredmények szerint a dinamikai rugalmassági modulus a nyomószilárdságnál gyorsabban növekszik.

$$E_{din,L} = \rho_T \cdot v_L^2 \cdot \frac{(1+\mu)\cdot(1-2\cdot\mu)}{1-\mu} \cdot c_{Edin} \qquad N/mm^2$$

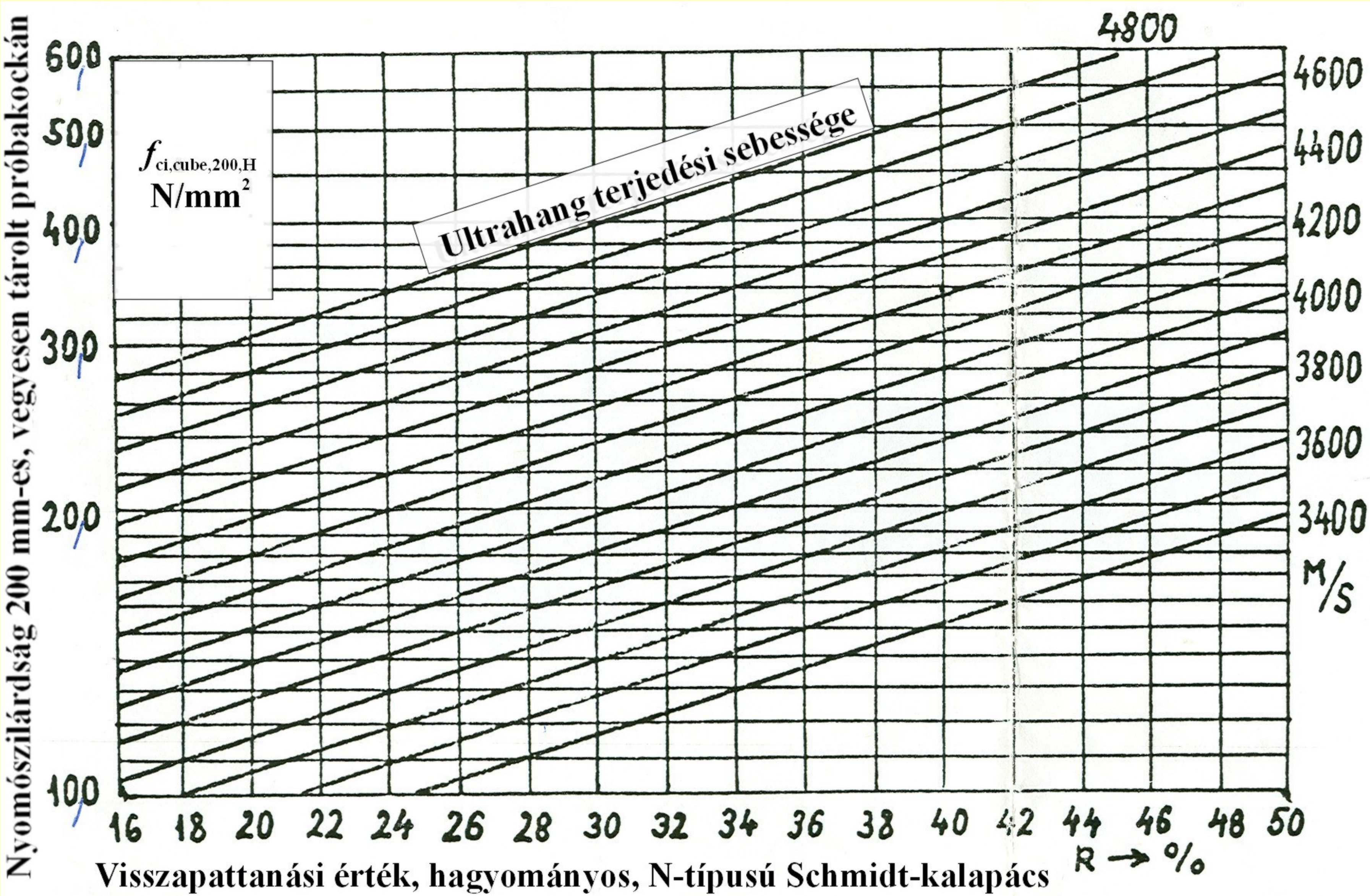
Ha ρ_T = 2350 kg/m^3, v_L = 4000 m/s és μ_{beton} = 0,167, akkor a hosszirányú dinamikai rugalmassági modulusra

$$E_{din,L} = 2350 \cdot 4000^2 \cdot \frac{(1+0{,}167)\cdot(1-2\cdot 0{,}167)}{1-0{,}167} \cdot 10^{-6}$$

$$= 3{,}76 \cdot 10^{10} \cdot 0{,}933 \cdot 10^{-6} = 35081 \qquad N/mm^2$$ **érték adódik.**

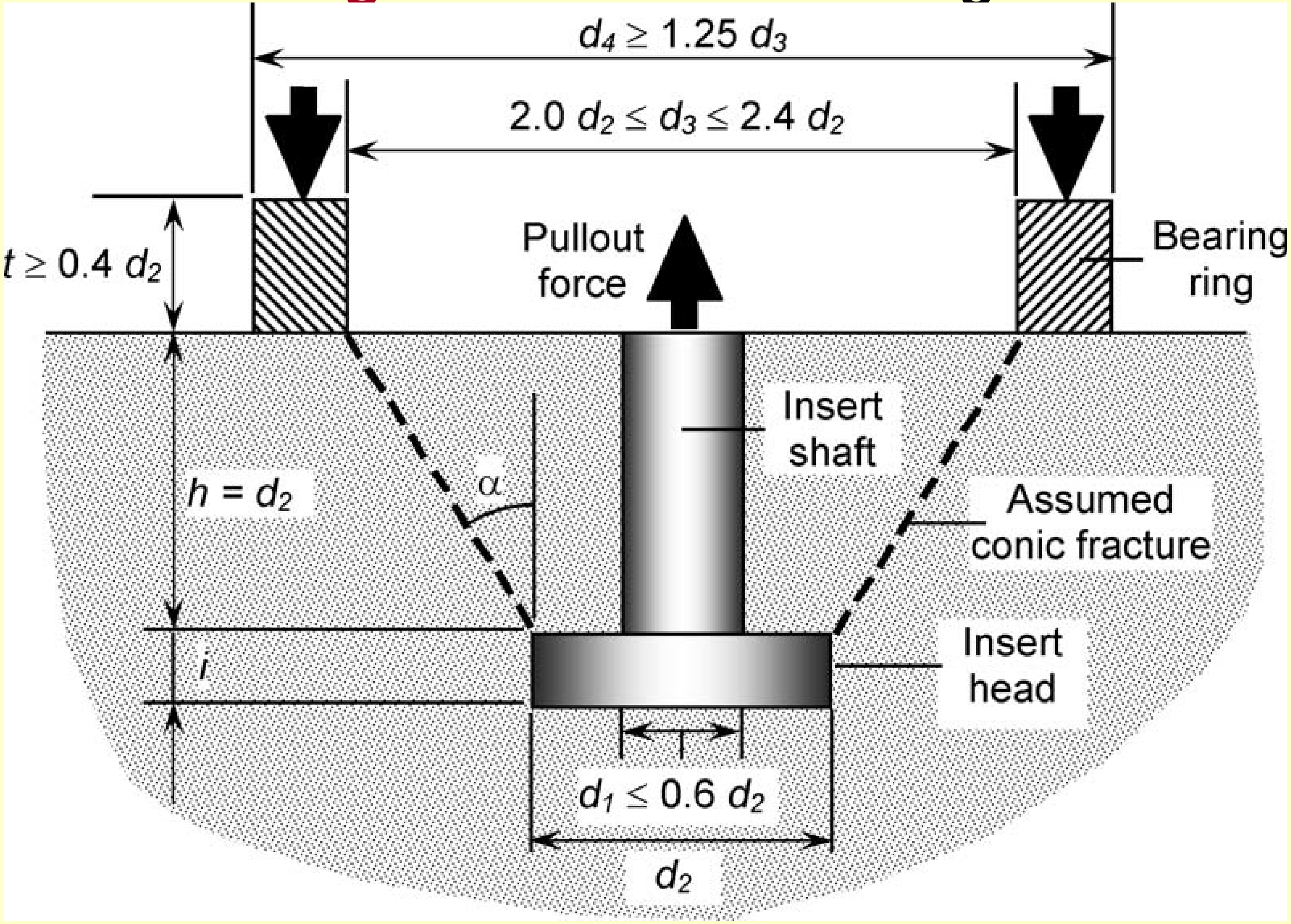


Nyomószilárdság-becslő összefüggés (Ultrahang terjedési sebesség)

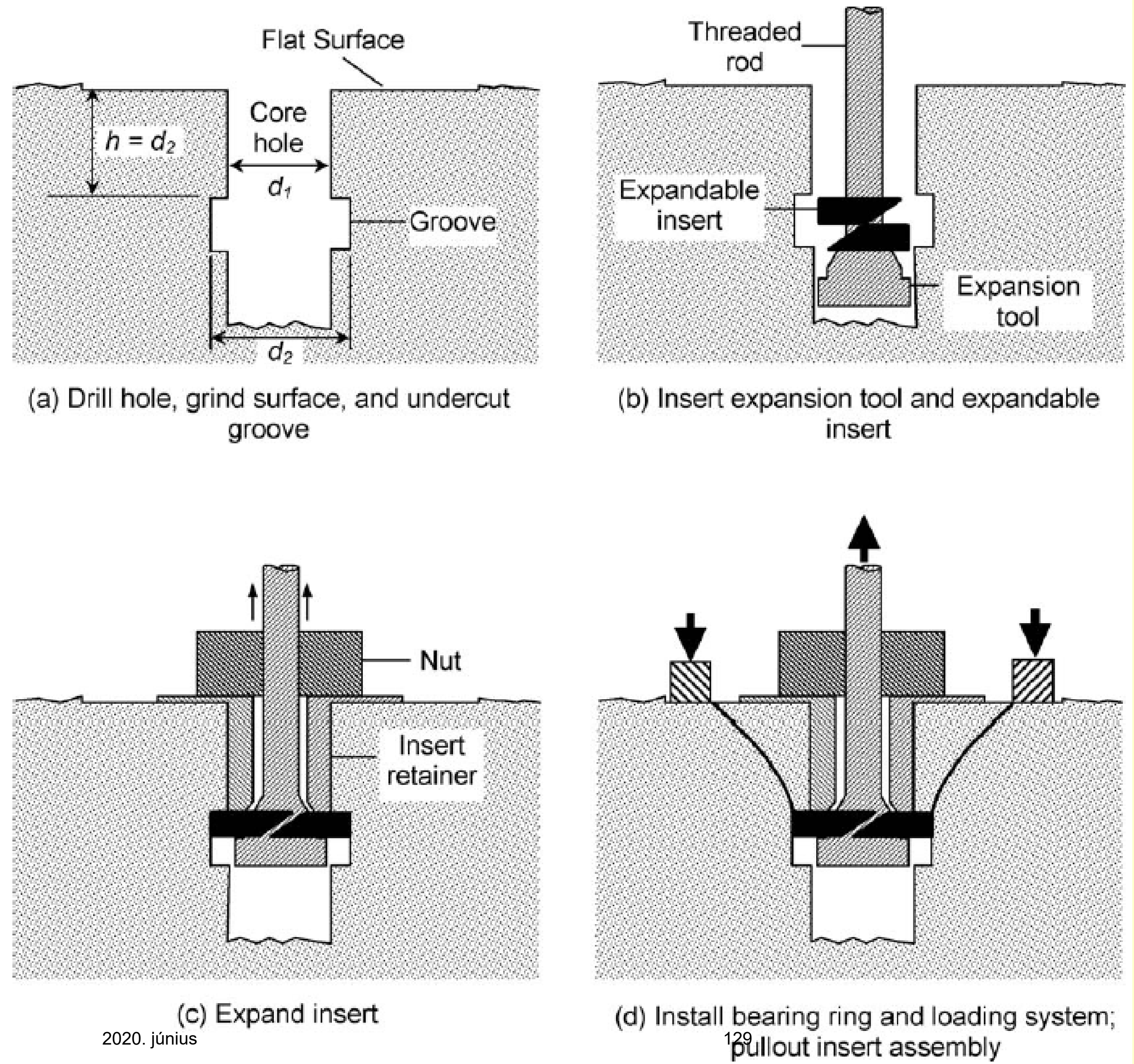


Kombinált diagram a nyomószilárdság becslésére roncsolásmentes vizsgálatból

A nyomószilárdságot az MSZ EN 12504-3:2005 szabvány szerint a kihúzóerő meghatározásával is meg lehet becsülni.



Kihúzó kísérlet elrendezésének vázlatos rajza az ASTM C 900:2006 szabványban arra az esetre, ha a fém kihúzó fejet a friss betonba betonozzák be.

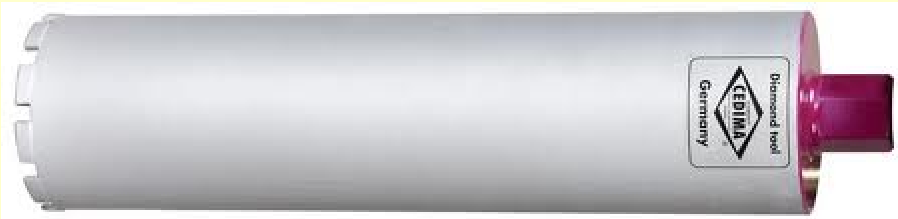


Kihúzó kísérlet elrendezésének vázlatos rajza az ASTM C 900:2006 szabványban arra az esetre, ha a fém kihúzó fejet a megszilárdult betonba befúrt lyukba utólag helyezik be.

Az MSZ EN 13791:2007 szabvány szerint az építmény betonja nyomószilárdságát vagy közvetlenül kizárólag magminták vizsgálatával, vagy magminták nyomószilárdságával átalakított közvetett vizsgálati eredményekkel lehet meghatározni. A szabvány felfogásában

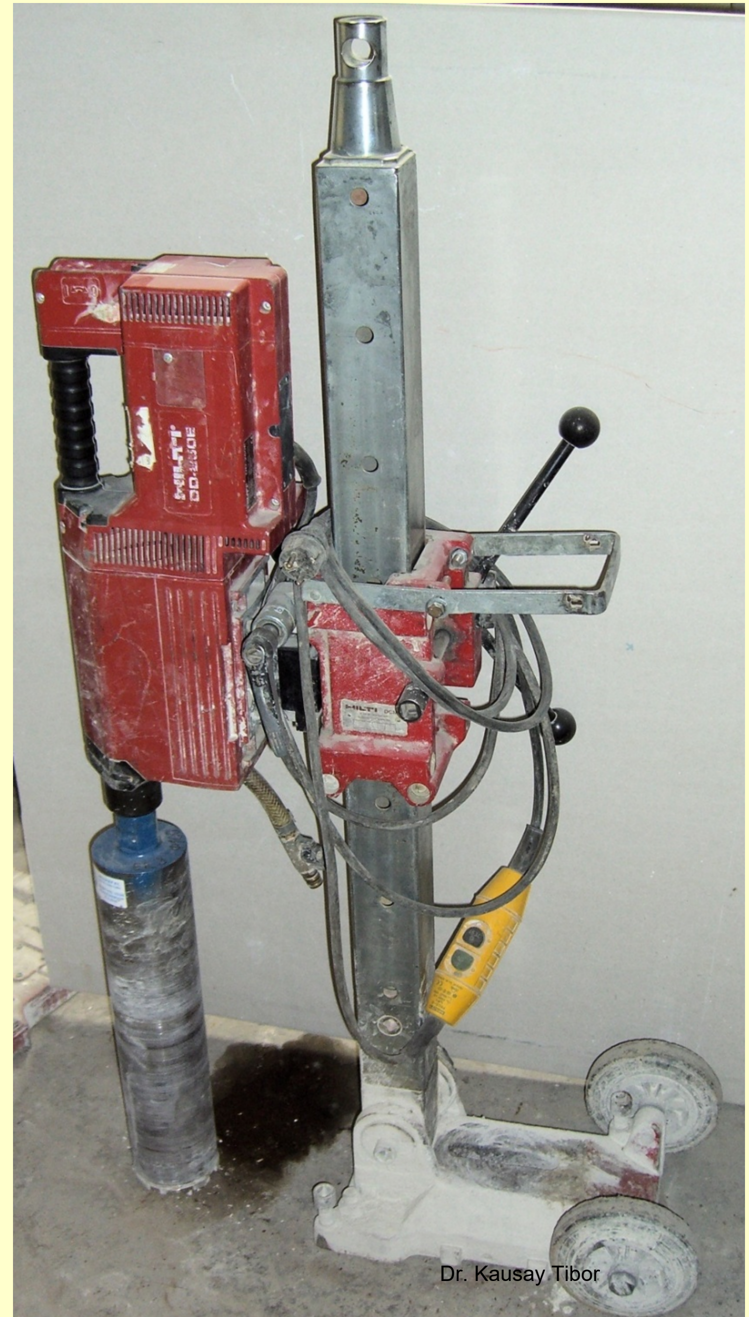
- **a 100 mm átmérőjű és ugyanilyen hosszú magminta nyomószilárdsága megfelel a vele azonos körülmények között készített 150 mm méretű próbakocka nyomószilárdságának. Légszáraz állapotban végzett vizsgálatot feltételezve: $f_{c,is,cyl,100} = f_{c,cube,H}$;**
- **a 100 mm és 150 mm közötti átmérőjű és kétszer ilyen hosszú magminta nyomószilárdsága megfelel a vele azonos körülmények között készített 150 mm átmérőjű és 300 mm magas próbahenger nyomószilárdságának. Légszáraz állapotban végzett vizsgálatot feltételezve: $f_{c,is,cyl\ \varnothing 100\cdot 200} = f_{c,is,cyl\ \varnothing 150\cdot 300} = f_{c,cyl,H}$.**

Magfúró berendezés

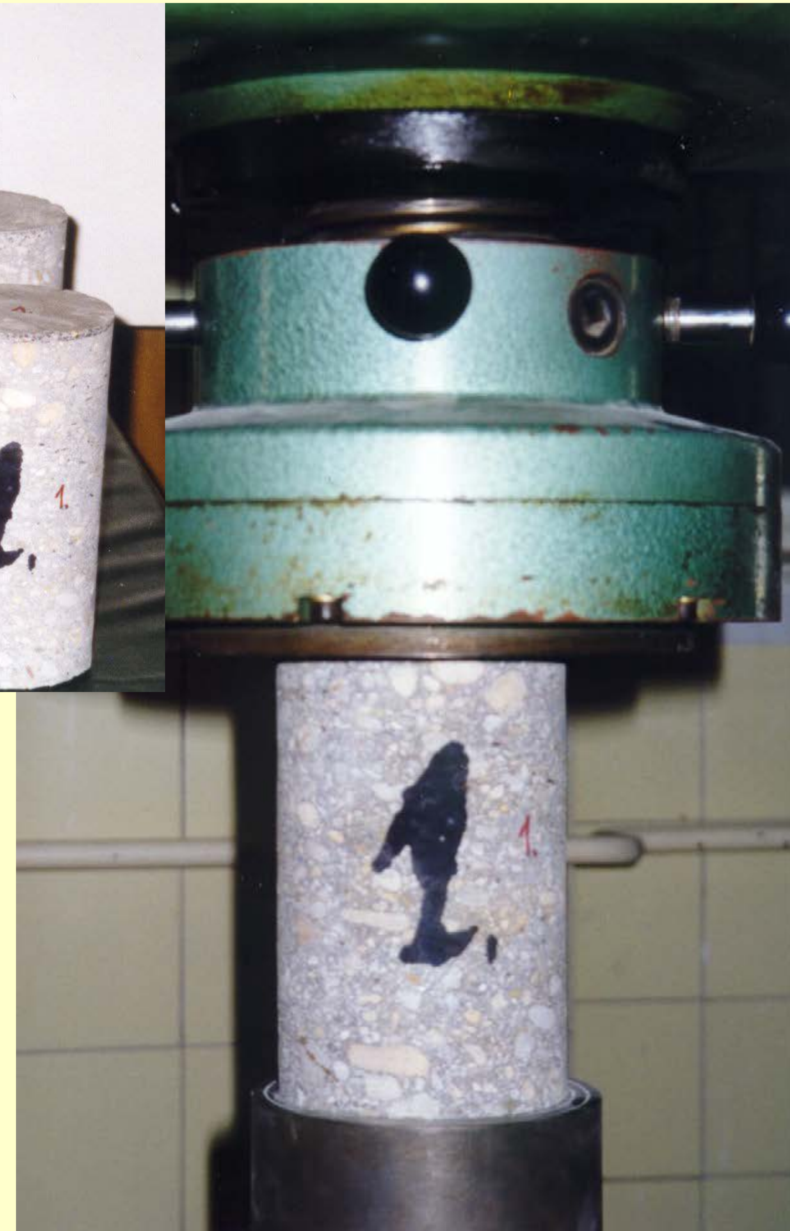


Gyémánt szemcséket tartalmazó fúrókorona

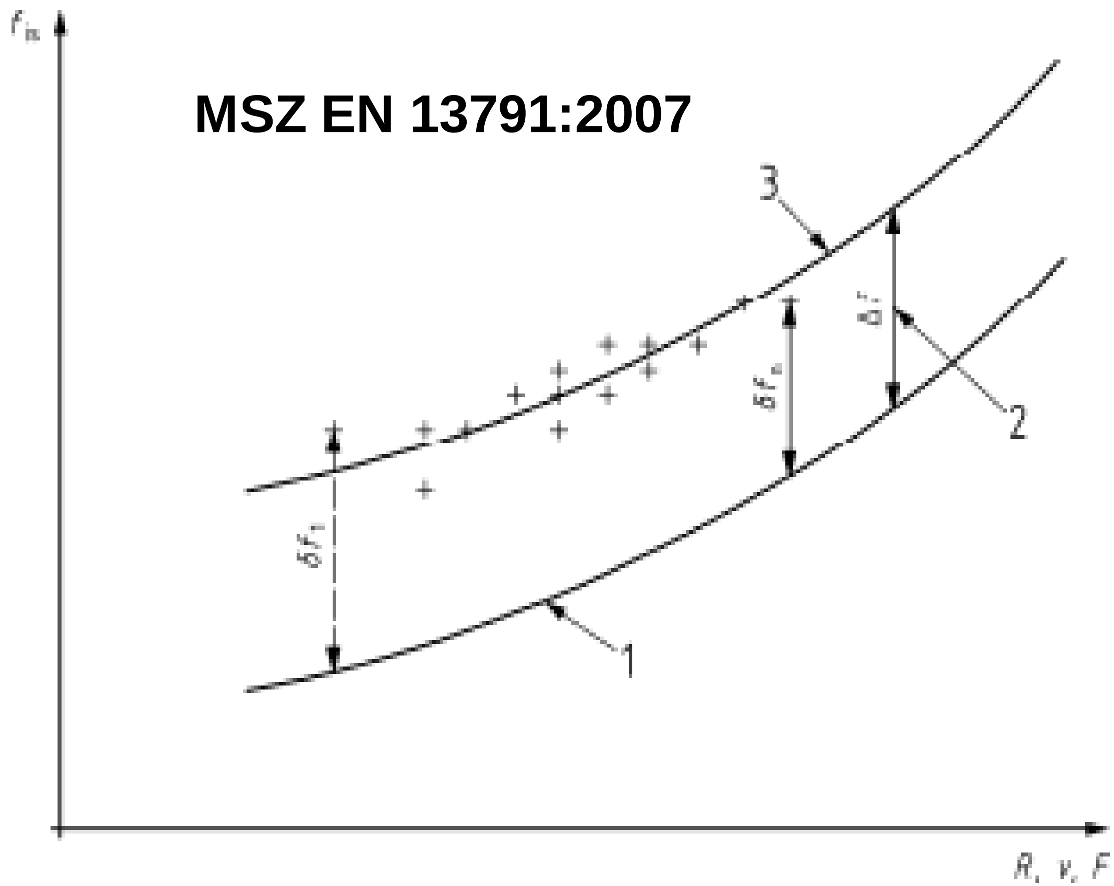








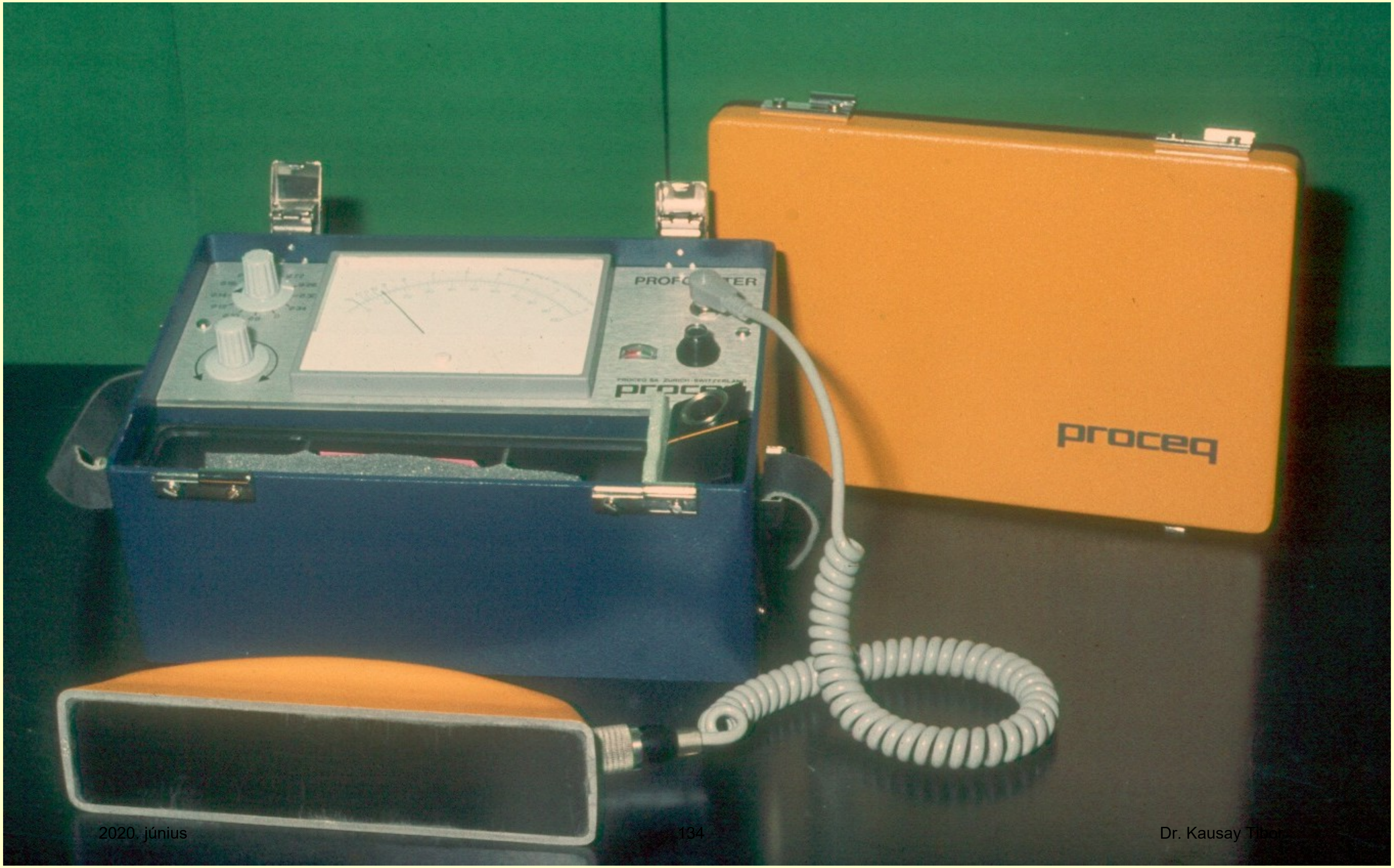
Építményből kifúrt beton magminta nyomószilárdságának vizsgálata



Legende

1	Bezugskurve
$\delta f_{1...n}$	Differenz zwischen dem Einzelergebnis der Bohrkernfestigkeit und dem Festigkeitswert entsprechend der grundlegenden Beziehung
2	Δf Verschiebung der Bezugskurve
3	Beziehung zwischen dem Ergebnis des indirekten Prüfverfahrens und der Druckfestigkeit für den zu untersuchenden Beton

BETONACÉL KERESÉSE



Profometer 5 betonacél kereső készülék

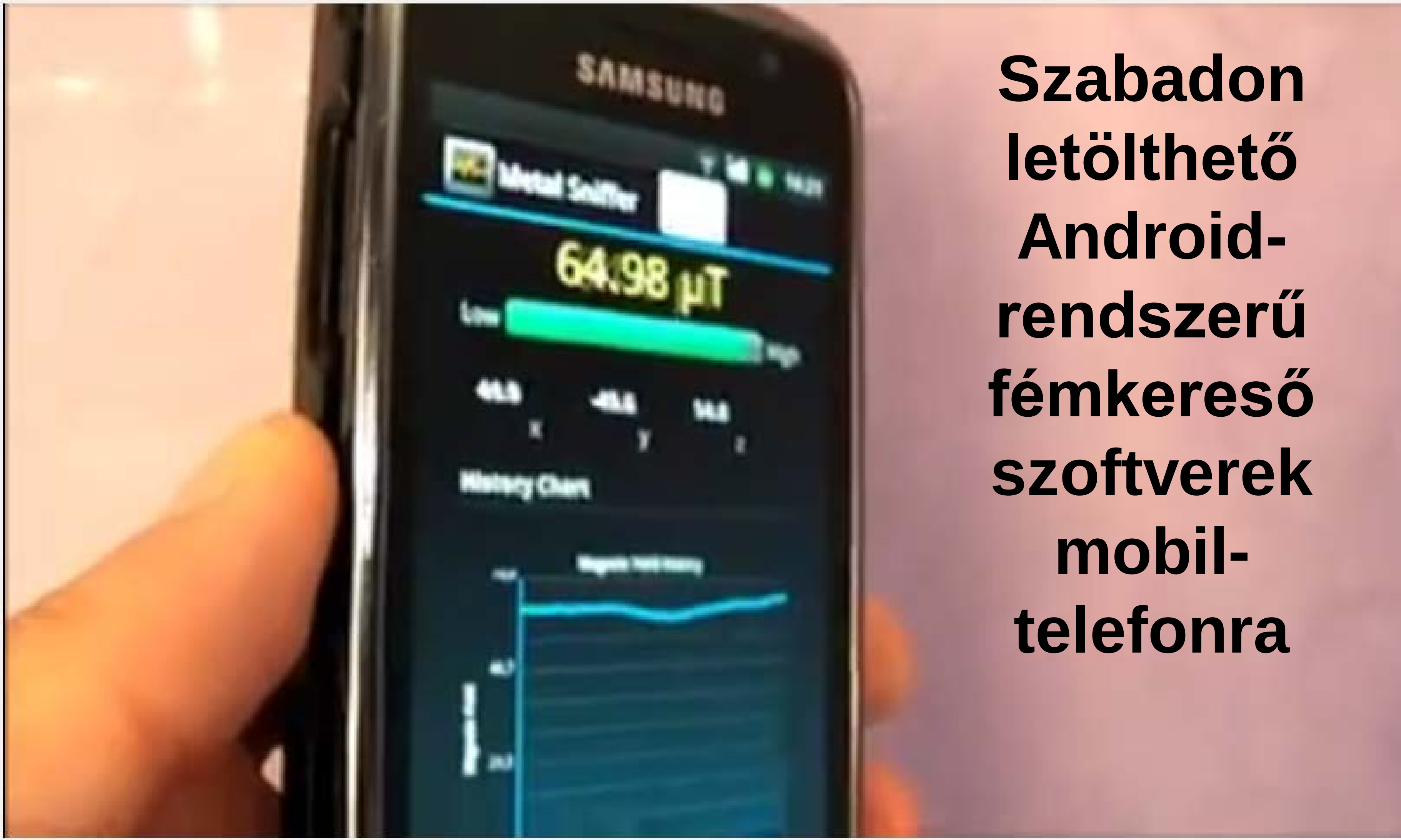




„Elcometer 331” betonacél kereső készülék

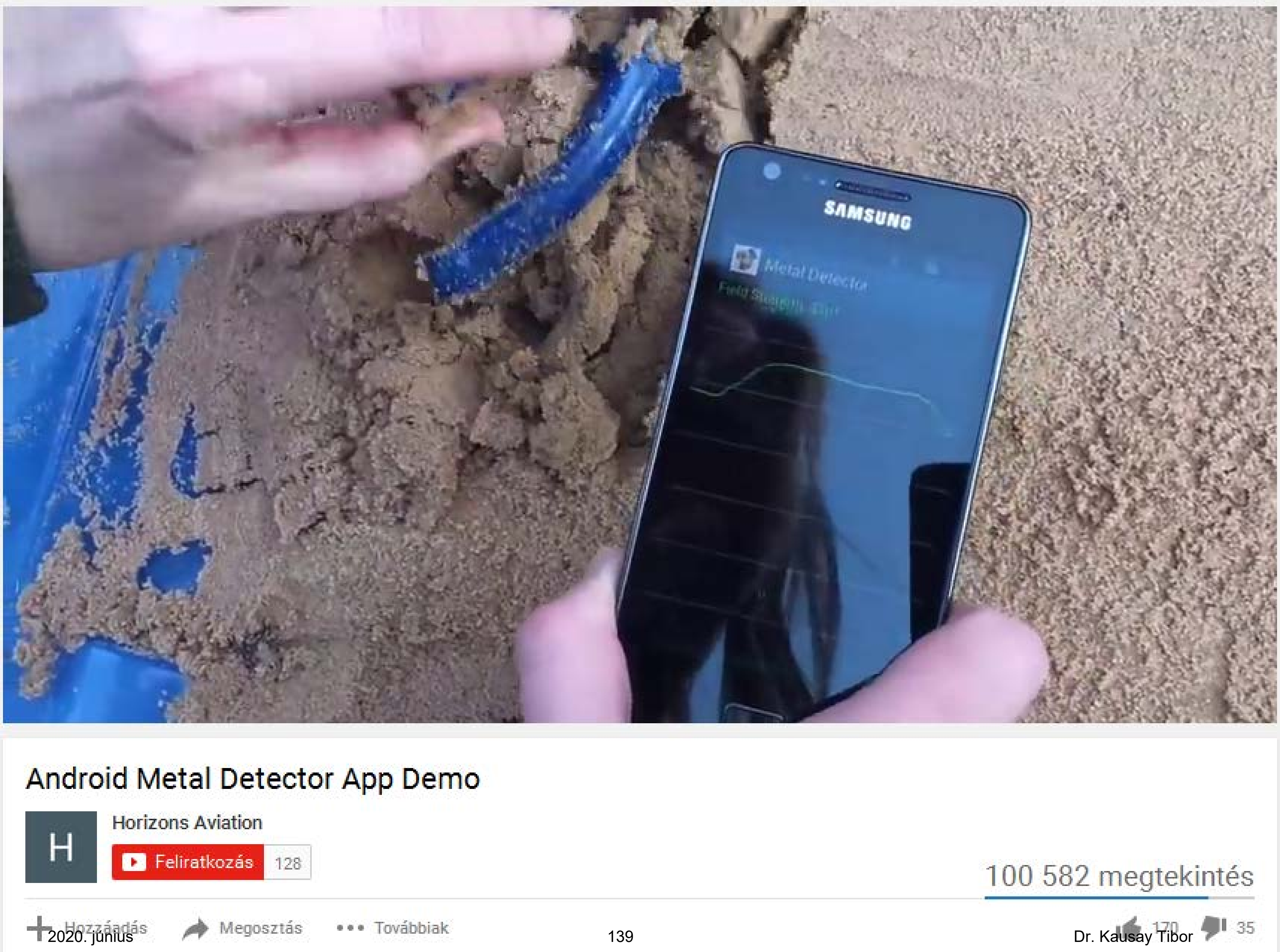


Magyar gyártmányú betonacél-kereső az 1980-as évekből



Szabadon letölthető Android-rendszerű fémkereső szoftverek mobil-telefonra

Metal Sniffer Metal Detector pour smartphones Android


SAMSUNG
Metal Detector
Android Metal Detector App Demo
H
Horizons Aviation
Feliratkozás
128
100 582 megtekintés
Hozzáadás
Megosztás
Továbbiak
170
35



Android metal detector OKM Rover UC demo application



Vaskeresés mobiltelefonnal



Vaskeresés mobiltelefonnal

BEVONATOK RÉTEGVASTAGSÁGÁNAK MÉRÉSE

Nemzetközi szabvány: MSZ EN ISO 2808:2007
Festékek és lakkok. A rétegvastagság meghatározása

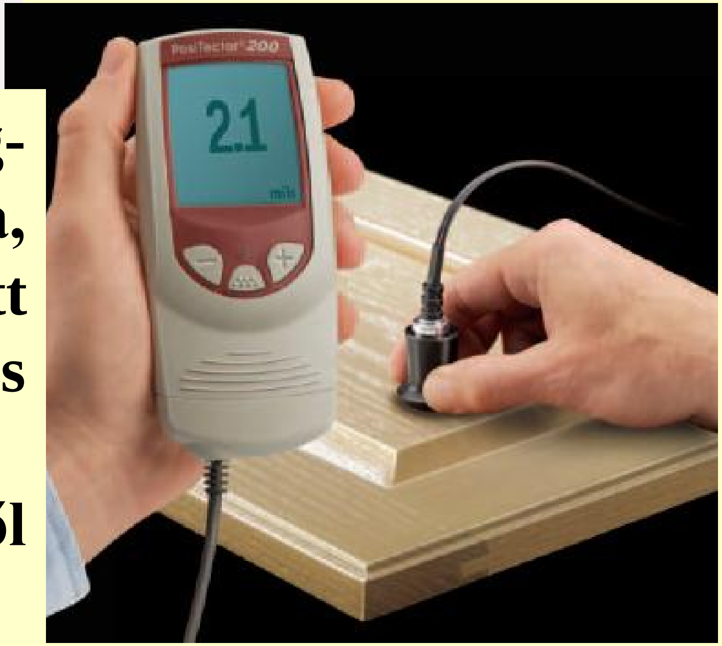


„ELCOMETER 345 F”
jelű készülék acélfelületre felhordott bevonat rétegvastagságának mérésére

Mérési tartomány: 0 – 1,25 mm



DeFelsko PosiTector sorozat



Ultrahangos roncsolásmentes réteg-vastagságmérő készülékek műanyagra, üvegre, fára, betonra stb. felhordott bevonatok mérésére. Rétegrend mérés is lehetséges (3, illetve 5 rétegig).
A mérhető rétegvastagság 8 μm-től több mm-ig terjed.





Voltcraft SDM-115.
Festékréteg vastagságmérő készülék,
minden ferro- és nem ferromágneses fémhez, alumíniumhoz is.

TAPADÁS VIZSGÁLAT



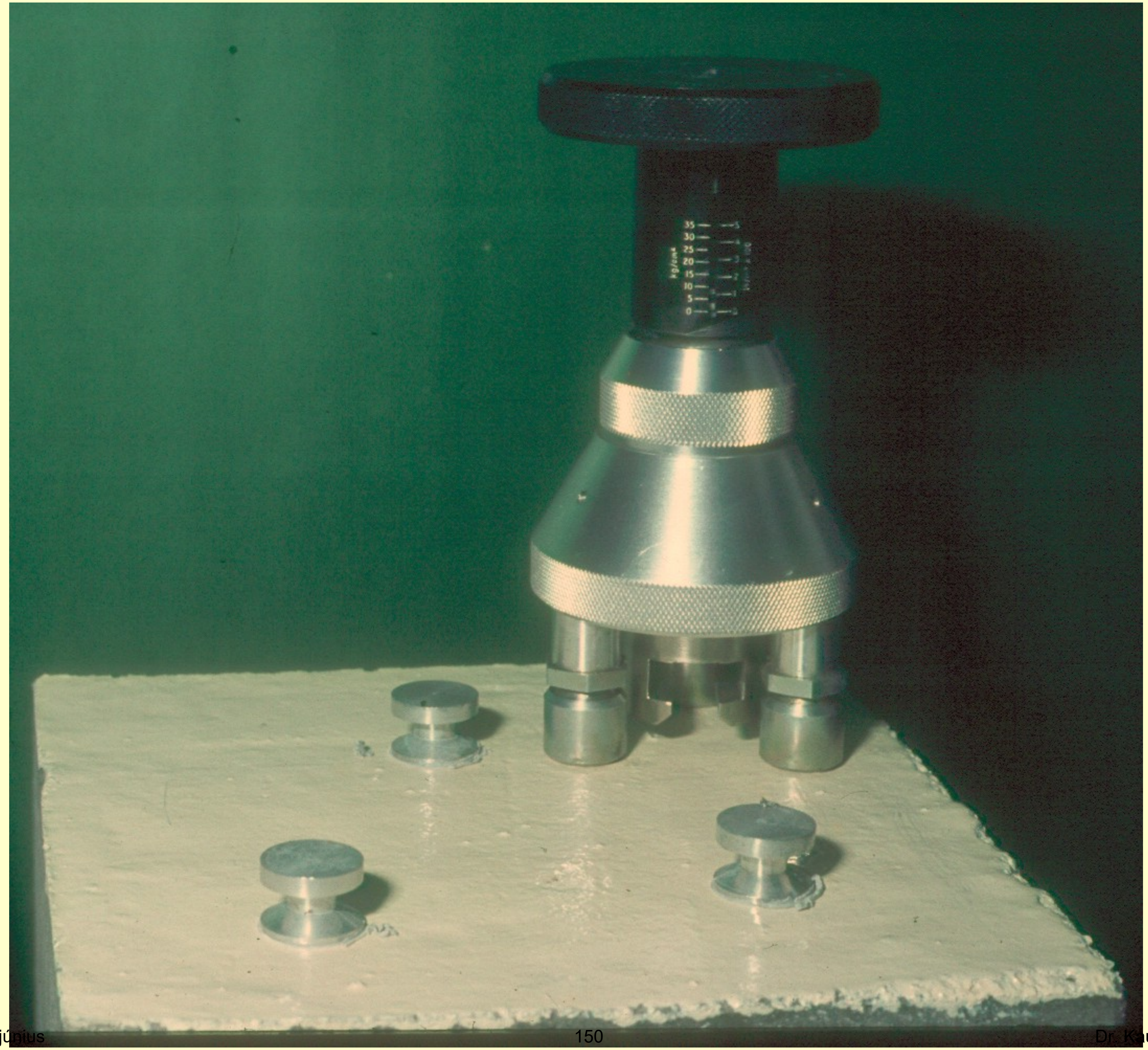
Vasúti kocsimosó vasbeton műtárgy felületvédelme savas mosóvíz ellen



DYNA Z16 típusú tapadás vizsgáló készülék

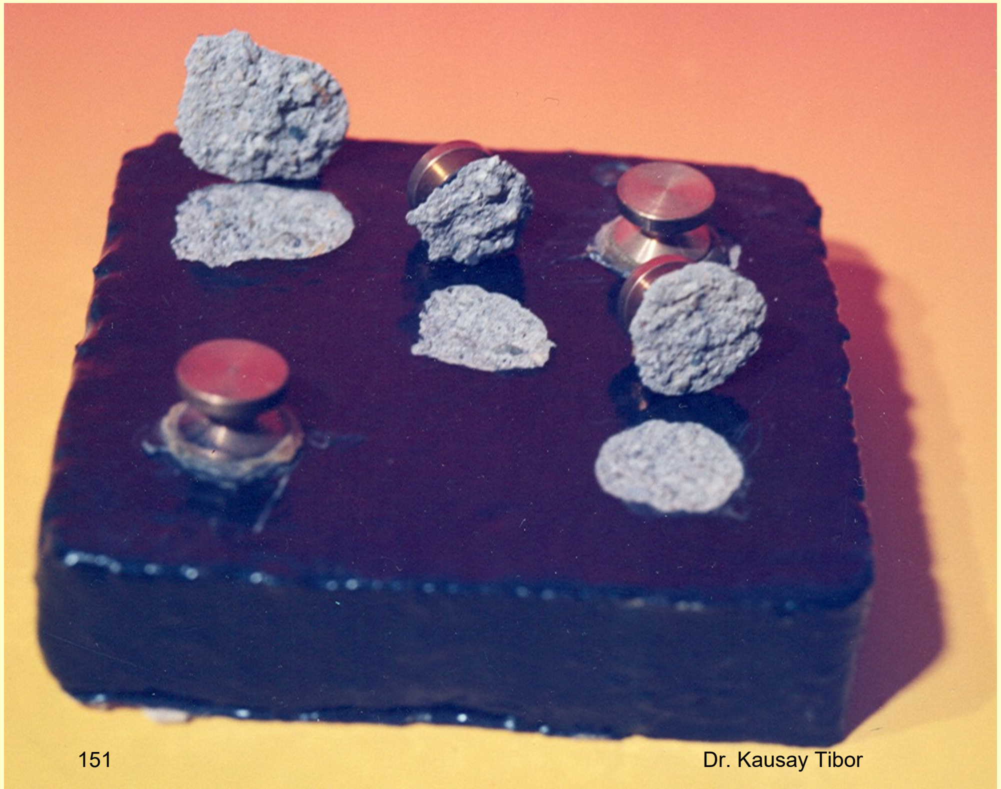


DYNA Z16 E típusú tapadás vizsgáló készülék


35
30
25
20
15
10
5
0
kg/cm²

Vegyi hatásoknak kitett, vasbeton szerkezetű, műtrágyagyári vasúti rakodótér felületvédelme kétkomponensű, furángyanta tartalmú epoxi bevonattal





Tapadásvizsgálat


'03 05 08


'03 05 08


'03 05 08



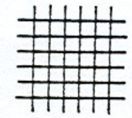
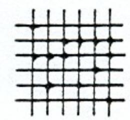
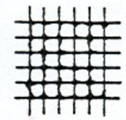
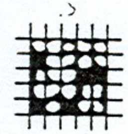
Rácsvágó szerszám bevonatok tapadás-méréséhez
1 mm fogtávolsággal 60 μm alatti festékréteghez
2 mm fogtávolsággal 60-120 μm közötti festékréteghez
3 mm fogtávolsággal 120 μm feletti festékréteghez

MSZ 9640-25:1989 „Festékbevonatok és bevonatrendszerek vizsgálata. 25. rész: A tapadás meghatározása négyzet és párhuzamos metszéssel”

Tapadási fokozat a megtisztított metszések képének összehasonlítása alapján

Új nemzetközi szabvány: MSZ EN ISO 2409:2007 Festékek és lakkok. Rácsvágásos vizsgálat

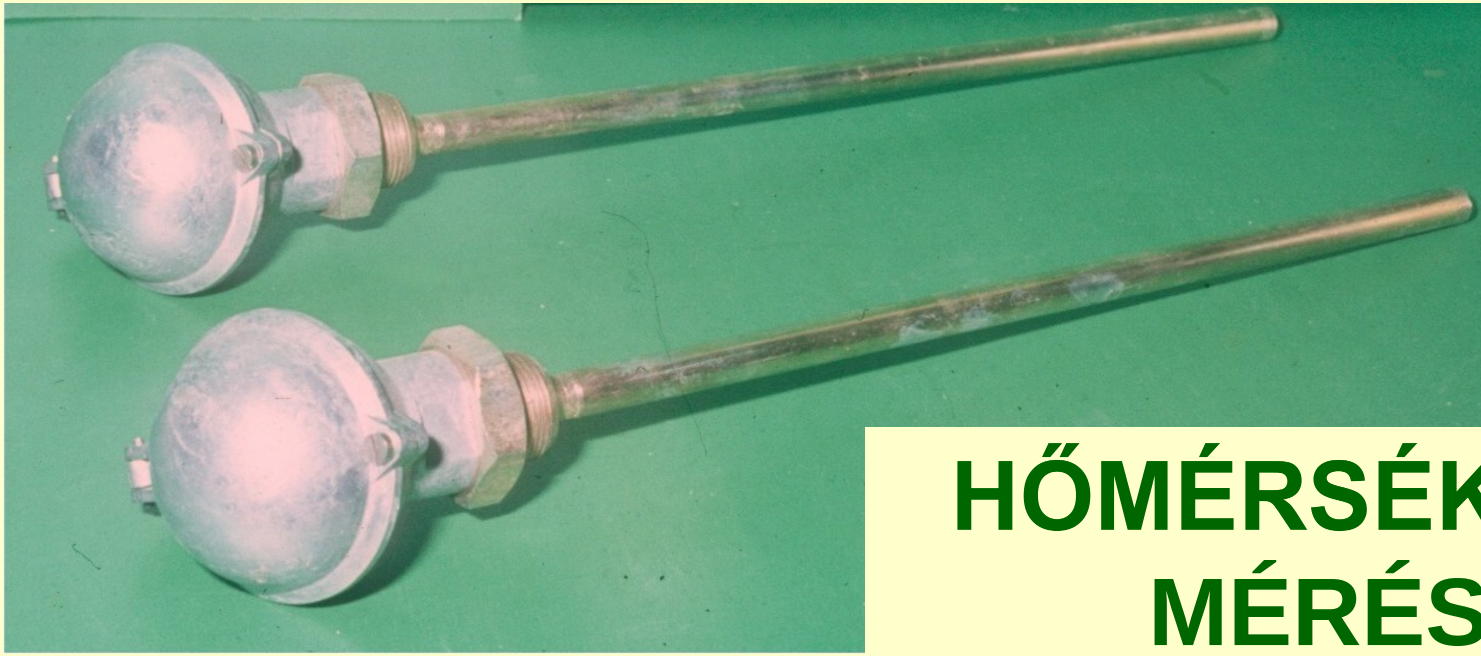
1. táblázat

Tapadási fokozat	A bevonat felületének képe	A bevonat felületének állapota a négyzetmetszések elkészítése és a bevonat megtisztítása után
0		A metszések mentén vagy azok kereszteződésénél a metszések szélei simák, élesek, levált bevonatdarabok nem láthatók.
1		A metszések mentén vagy azok kereszteződésénél a rács felületét borító réteg(ek)nek legfeljebb 5%-a vált le.
2		A metszések mentén vagy azok kereszteződésénél a rács felületét borító réteg(ek)nek legfeljebb 5—15%-a vált le, csíkok vagy négyzetek alakjában.
3		A metszések mentén vagy azok kereszteződésében a rács felületét borító réteg(ek)nek legfeljebb 15—35%-a vált le, csíkok vagy négyzetek alakjában.
4		A metszések mentén vagy azok kereszteződésénél a rács felületét borító réteg(ek)nek legfeljebb 35—65%-a vált le, csíkok vagy négyzetek alakjában.
5		A metszések mentén vagy azok kereszteződésénél a rács felületét borító réteg(ek) csíkok vagy négyzetek alakjában a felület több, mint 65%-ában levált(ak).

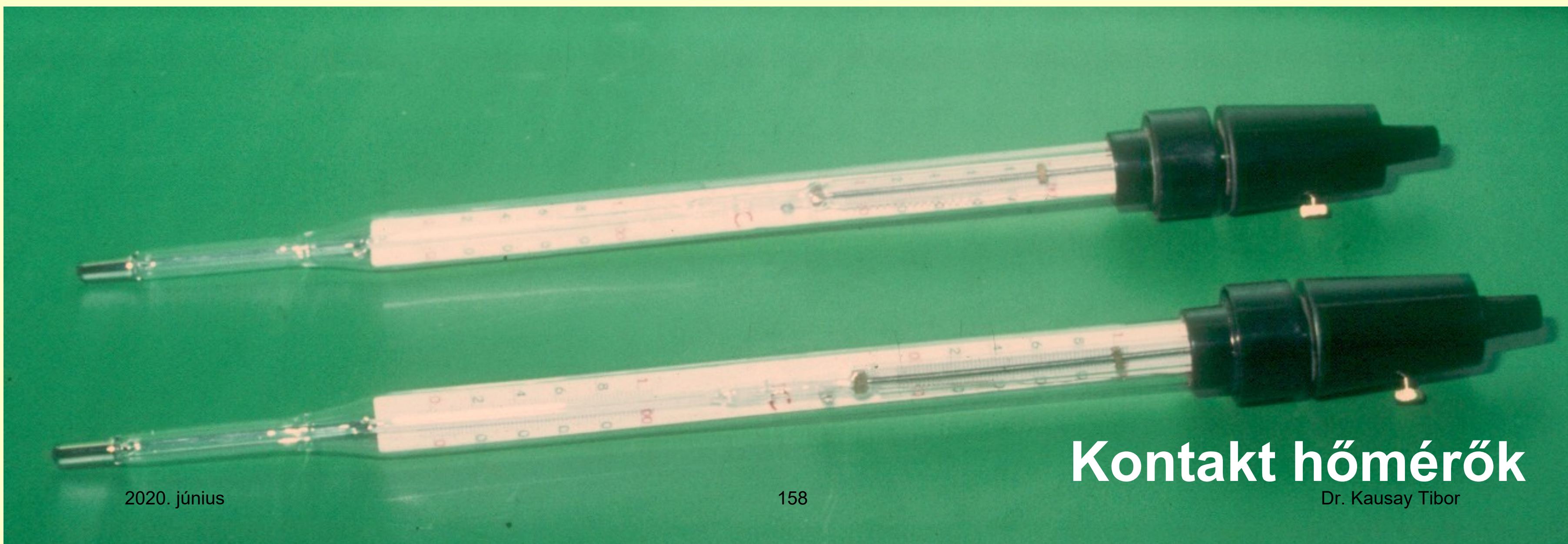
Kopási mélység mérése mérőhasábbal



Gyalogos forgalomtól évtizedek alatt kikopott mészkõ padlóburkolólap az 1970-ben üzembehelyezett Blaha Lujza téri metróállomás peronján, kopásálló labradorit és gránit burkolólapok között.
A padlóburkolólapok mérete 30*30 cm, a mészkõlapok kikopásának mélysége a legnagyobb forgalmú helyeken, lapközépen 7-8 mm,
a vonalzó alá dugott acél mérõhasábok tanúsága szerint. (1999. augusztus 14.)



HŐMÉRSÉKLET MÉRÉS



Kontakt hőmérők



„PCE-HT110” típusú készülék a levegő hőmérsékletének és páratartalmának mérésére

Páratartalom és hőmérséklet mérő eszköz (Testo 615)



HELYSZÍNI SZÍNMÉRÉS



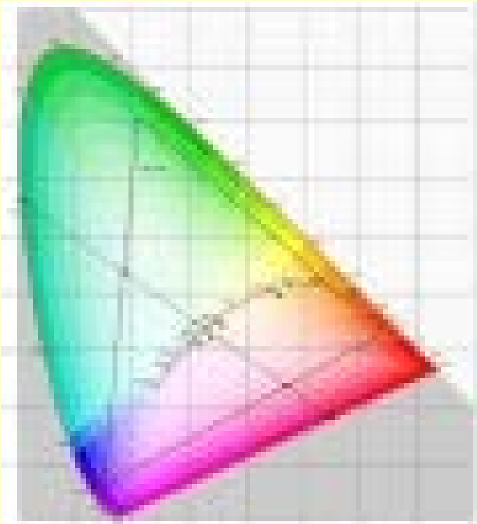


CTA (ColorTector Alpha®) típusú hordozható színmérő készülék

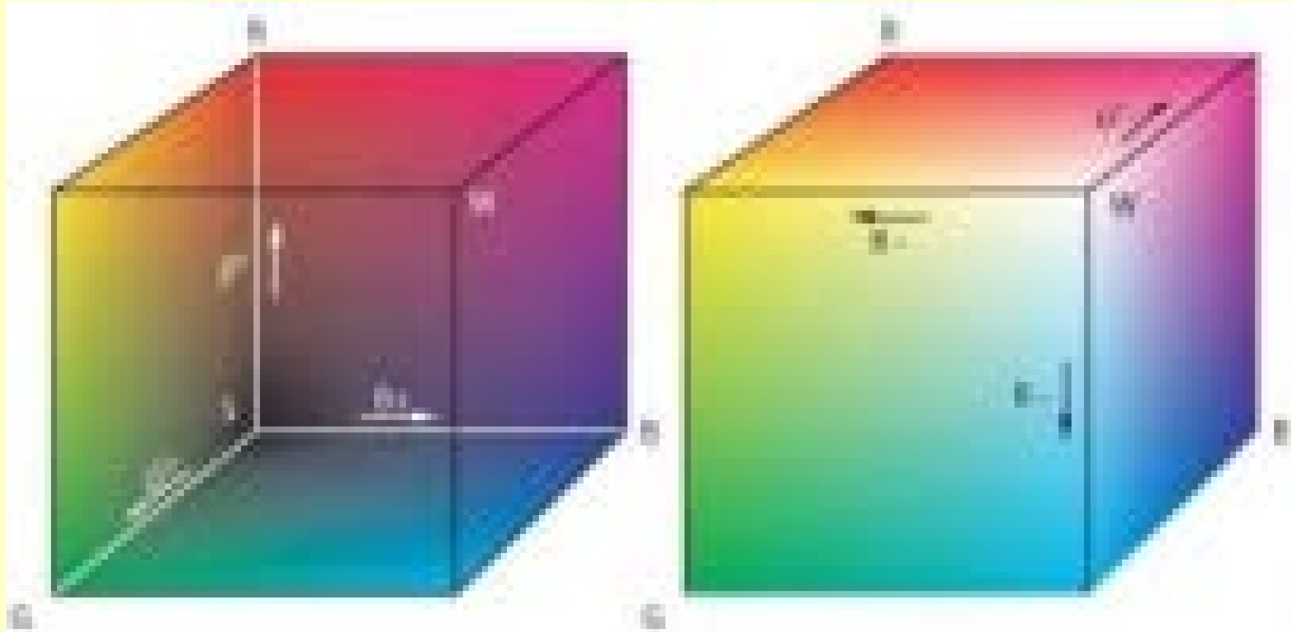


„PCE-RGB 2” típusú hordozható színárnyalat-mérő készülék

Mérési tartomány: 0 ... 1023 RGB



CIE*Lab-Farbraum (CTA)



RGB-Farbraum (PCE-RGB)



HSLFarbraum (PCE-RGB)

6. kiadás 1978. 10. 535.65:001.4

Magyar Népköztársasági Országos Szabvány	**FÉNYTECHNIKAI TERMINOLÓGIA** **A színmérés alapfogalmai és mennyiségei**	**MSZ 9620/2–72**
		Az MSZ 9620–60 3. fejezete helyett *
		T 35

Светотехника. Термины
Основные понятия и величины колориметрии

Lighting terminology.
Colorimetry. Fundamental concepts and quantities

* Az MSZ 9620/2–72 K (1974) szabványkiegészítéssel együtt érvényes.

E szabvány alkalmazása kötelező.A szabvány előírásaitól azonban a szerződő felek a rendelet 9.§-a alapján a szerződés teljesítése (részteljesítése) előtt kötött írásbeli megállapodás alapján eltérhetnek, feltéve, hogy az eltérés az élet, az egészség, a testi épség védelmét, a vagyonbiztonságot nem veszélyezteti, illetve a népgazdasági és a fogyasztói érdekeket nem sérti.**

E szabvány tárgya a színmérési fogalmak megnevezése, meghatározása, jelölése és mértékegységei. A fotometriához hasonlóan több kifejezés, mint pl. a szín, értelmezhető érzékelés szerint (szubjektíven) és fizikailag is; e szabvány főleg a kifejezések fizikai értelmezésével foglalkozik.

Az egyedi színmérő észlelőre vonatkoztatott és a CIE *** színmérő észlelőre vonatkoztatott mennyiségek megkülönböztetésekor ügyelni kell arra, hogy az egyedi és a szabványos függvények közötti eltérésnek a jelentősége e téren nagyobb, mint a fotometriában. Egyébként itt is érvényes ugyanaz a követelmény, mint a fotometriában, a mennyiségek – egyéb utalás hiányában – a CIE 1931 vagy a CIE 1964 színmérő észlelőre vonatkoznak.

E szabványban megadott mértékegységek SI egységek, amelyek megegyeznek az MSZ 4900/1...10-ben megadott mértékegységekkel.

A szabványban megadott T_{68} jelölésű termodinamikai hőmérsékletértékek az 1968. évi Nemzetközi Gyakorlati Hőmérsékleti Skálára vonatkoznak.

Magyar Népköztársasági Országos Szabvány	ÉPÍTÉSI KŐANYAGOK FELÜLETI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA Szín vizsgálata	MSZ 18290/3–81
		G 19

Строителные каменные материали. Определение свойсть поверхности. Испытание цвета

Surface properties of building stones
Color test

E szabvány alkalmazása abban az esetben kötelező, ha hatóságilag kötelező követelményszabvány vagy egyéb hatósági előírás a vizsgálatot e szabvány szerint rendeli el.*

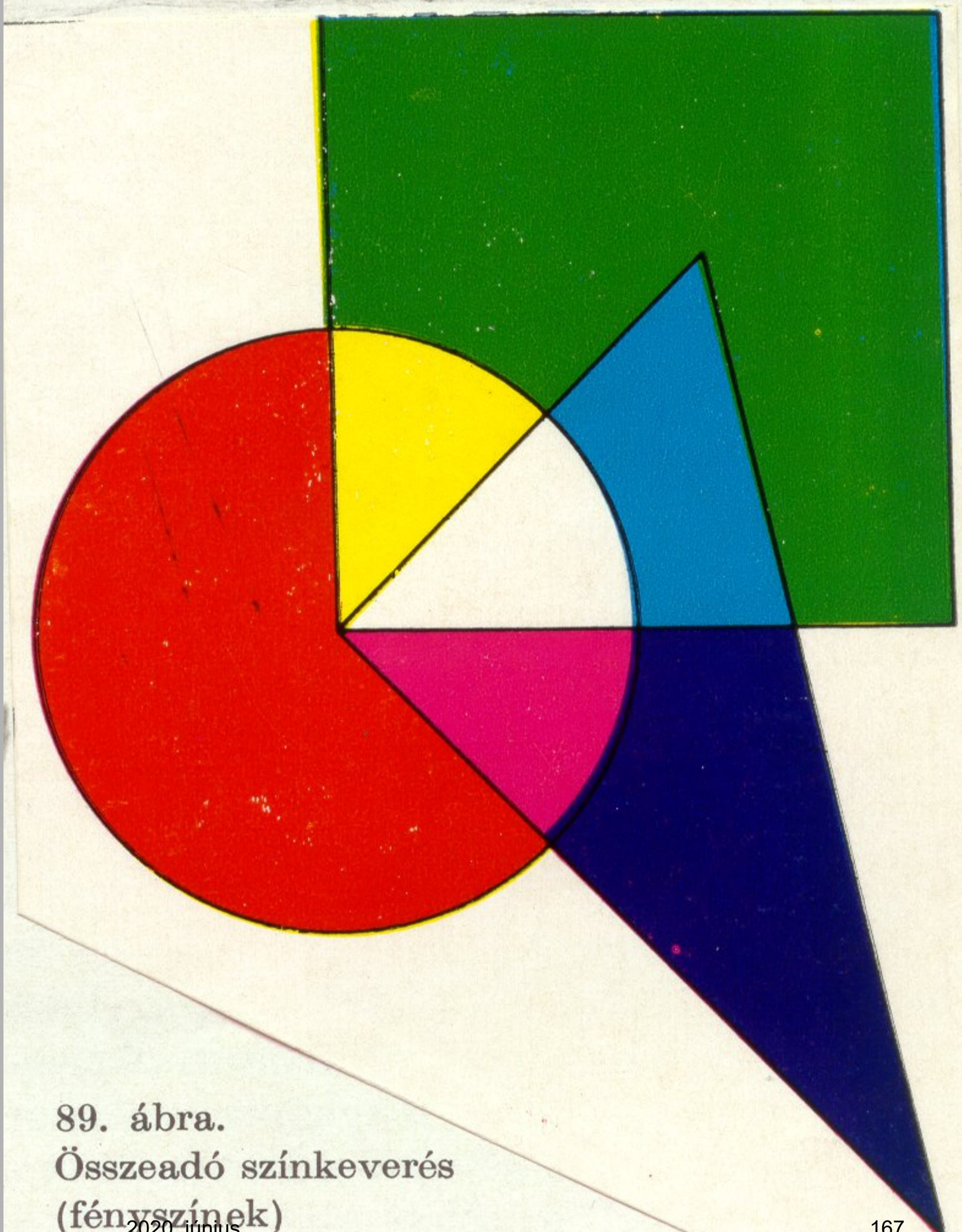
E szabvány tárgya a kőzetfelületek (mint másodlagos fényforrások) színjellemzőinek meghatározása.

1. FOGALOMMEGHATÁROZÁSOK

1.1. CIE 1976 (L^*, a^*, b^*) színtér, a CIELAB színtér

Olyan egyenletes színtér (MSZ 9620/2), amelyben a színpontot az L^*, a^*, b^* derékszögű koordináták (CIELAB színjellemzők) határozzák meg.

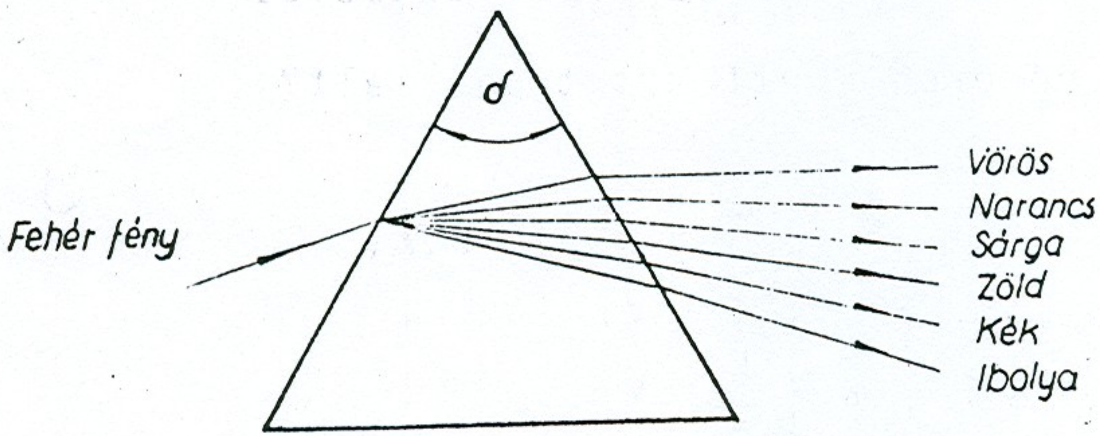
A színpont L^*-értéke a felület világossági fokával (MSZ 9620/4), a színpont és az L^* koordinátatengely távolsága (r^*_{ab}) a telítettséggel (MSZ 9620/4), az a^* – b^* síkban a színpont a^* és b^* koordinátája által meghatározott szög (α^*) a színezettel (MSZ 9620/4) arányos.



89. ábra.
Összeadó színkeverés
(fényszínek)

A fényszínek fényforrásból (Nap vagy izzó) erednek.
A spektrális alapszínek, amelyekre szemideghártyánk csapocskái is érzékenyek, a vörös, a zöld és a kék, amelyeket páronként keverve kapjuk:
vörös + zöld = sárga
zöld + kék = zöldeskék
vörös + kék = bíbor
színeket.
A három spektrális alapszín keveréke fehér.
Spektrális fekete és szürke szín (fekete fény) nincs, mert a fekete maga a fényhiány.

A Nap fehér fénye pl. prizmán szétbontható.



1-2. ábra. A színszórás (diszperzió)

1-1. táblázat

A különböző hullámhosszúságú fénysugarak színei

Hullámhossz (levegőben, ill. vákuumban), nm	Szín
750—620	Vörös
620—590	Narancs
590—575	Sárga
575—490	Zöld
490—425	Kék
425—400	Ibolya

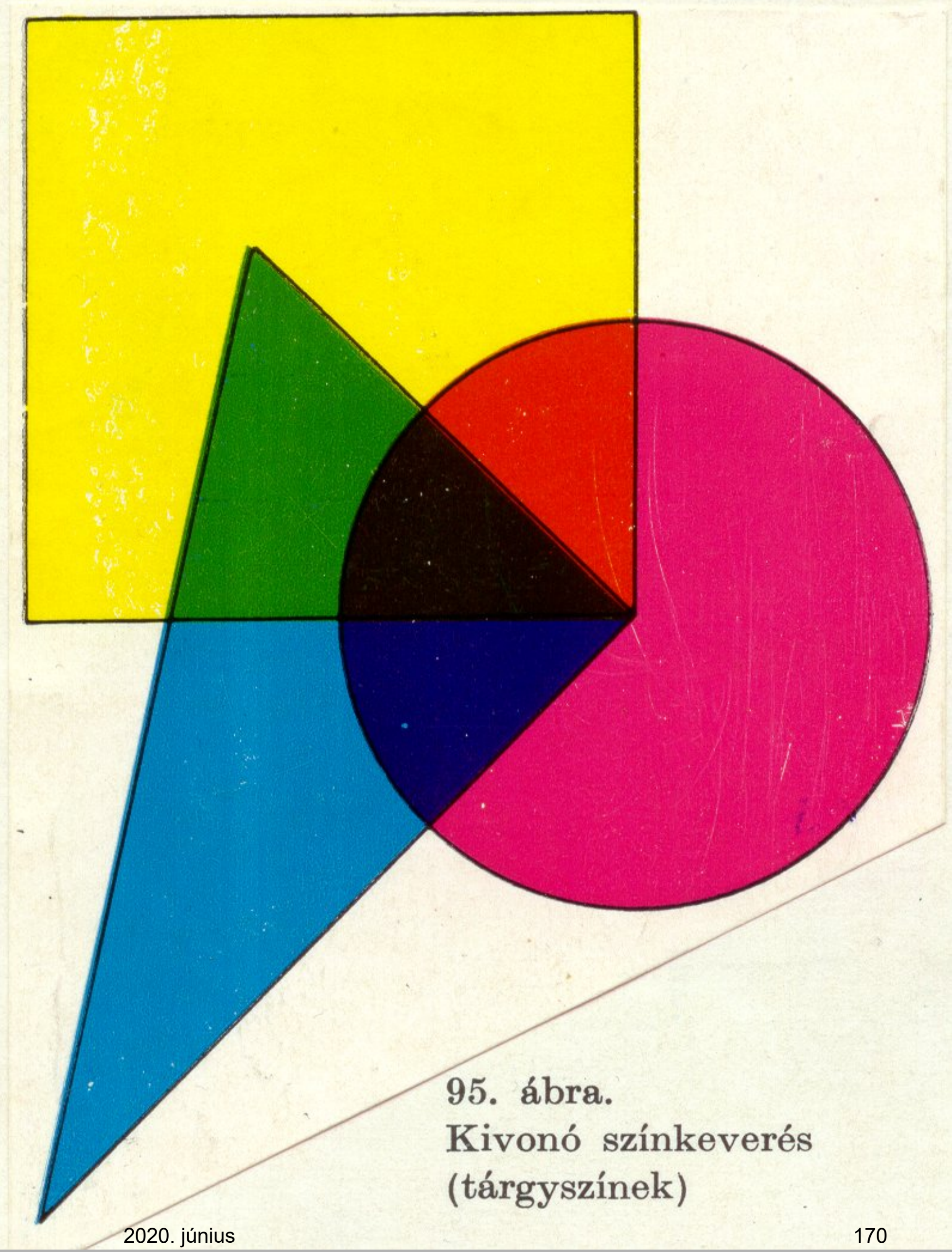
1 nm = nanométer = 10^{-9} méter

Azoknak a (fényszín) színpároknak a színeit, amelyeket összekeverve fehér színt kapunk, kiegészítő, vagy komplementer színeknek nevezzük. Ilyen *kiegészítő fényszínek*, színpárok:

6562 Å vörös és 4921 Å zöldeskék
6077 Å narancssárga és 4897 Å kék
5739 Å aranysárga és 4821 Å kék
5671 Å sárga és 4645 Å indigókék
5636 Å zöldessárga és 4330 Å viola

1 Å = 1 angström = 10^{-10} m
Az angström hosszúság mértékegységet *Anders Jonas Ångström* (1814-1874) svéd fizikus tiszteletére választották.

Az anyagok általában saját színűk kiegészítő színét nyelik el, és saját színüket verik vissza, vagy eresztik át, például a vörös tégla vagy a narancssárga üveg elnyeli a kék szín megfelelő változatát..



A tárgyszínek testeken áthatolva, vagy azokról visszaverődve jutnak a szemünkbe. Amit a testek nem nyelnek el, azt észleljük.
A tárgy-alapszínek páronkénti keveréke:
sárga + bíbor = vörös
sárga + zöldeskék = zöld
bíbor + zöldeskék = ibolya
A három tárgy-alapszín keveréke fekete.
A gyakorlatban 100%-ot visszaverő eszményi fehér szín nincs, mert a legfehérebb anyag is elnyel a beeső fényből 2-4%-ot; és ugyanígy nincs ideális fekete szín sem, mert a legfeketébb test is visszaver kb. 4% fényt.

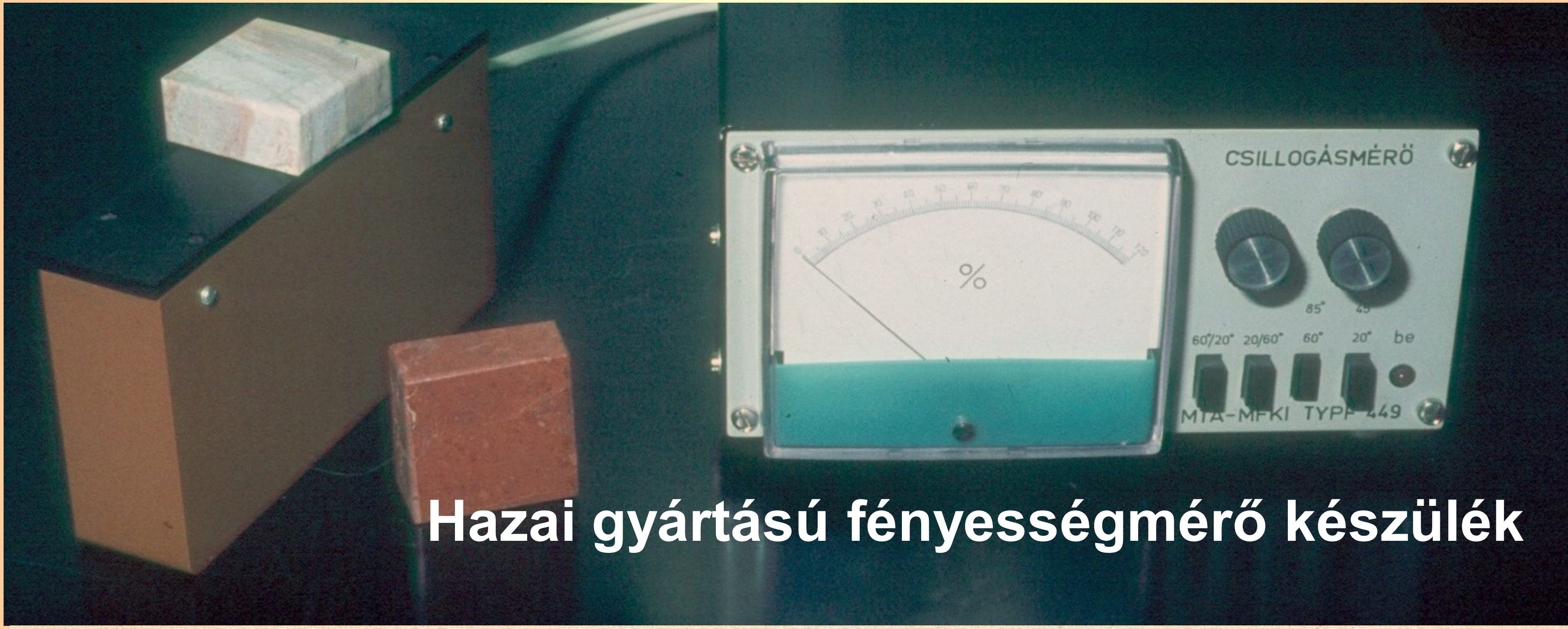
<u>**Két fényszín**</u> **összekeverése esetén keletkező új szín mindig világosabb az összetevő színeknél (mintha fehérrel hígítottuk volna).**
<u>**Két tárgyszín**</u> **összekeveréskor keletkező új szín sötétebb az összetevő színeknél.**
A fény *elektromágneses hullám*, „atomos” szerkezetű energia, legkisebb egysége a *foton*. A látható fény hullámhossza 380 – 760 millimikron közé esik.
Az elektromágneses sugarak hullámhossza:

0 Hz...100 Hz	∞...3000 km	ipari frekvencia (váltakozó-áram)
100 Hz... 30 kHz	3000 km... 10 km	hangfrekvencia
	Rádióhullámok	
30 kHz... 300 kHz	10 km...1 km	hosszú rádió-hullám
300 kHz... 3 MHz	1 km...100 m	középhullám
3 MHz... 30 MHz	100 m...10 m	rövidhullám
30 MHz... 3000 MHz	10 m...1 m	ultrarövid-hullám
300 MHz... 1000 GHz	1 m...0,3 mm	mikrohullám

Optikai sugárzás

Frekvencia	Hullámhossz	Megnevezés
1000 GHz… 390 THz	0,3 mm… 760 nm	infravörös hullámok
390 THz… 780 THz	760 nm… 380 nm	látható fény
$7{,}8 \cdot 10^{14}$ Hz… $3 \cdot 10^{16}$ Hz	380 nm… 10 nm	ultraibolya-sugárzás
$3 \cdot 10^{16}$ Hz… $3 \cdot 10^{18}$ Hz	10 nm… 100 pm	röntgensugárzás
$3 \cdot 10^{18}$ Hz… $3 \cdot 10^{20}$ Hz	100 pm…1 pm	gamma-sugárzás
$> 3 \cdot 10^{20}$ Hz	< 1 pm	kozmikus sugarak

1 nm = nanométer = 10^{-9} méter **1 pm = pikométer = 10^{-12} méter**



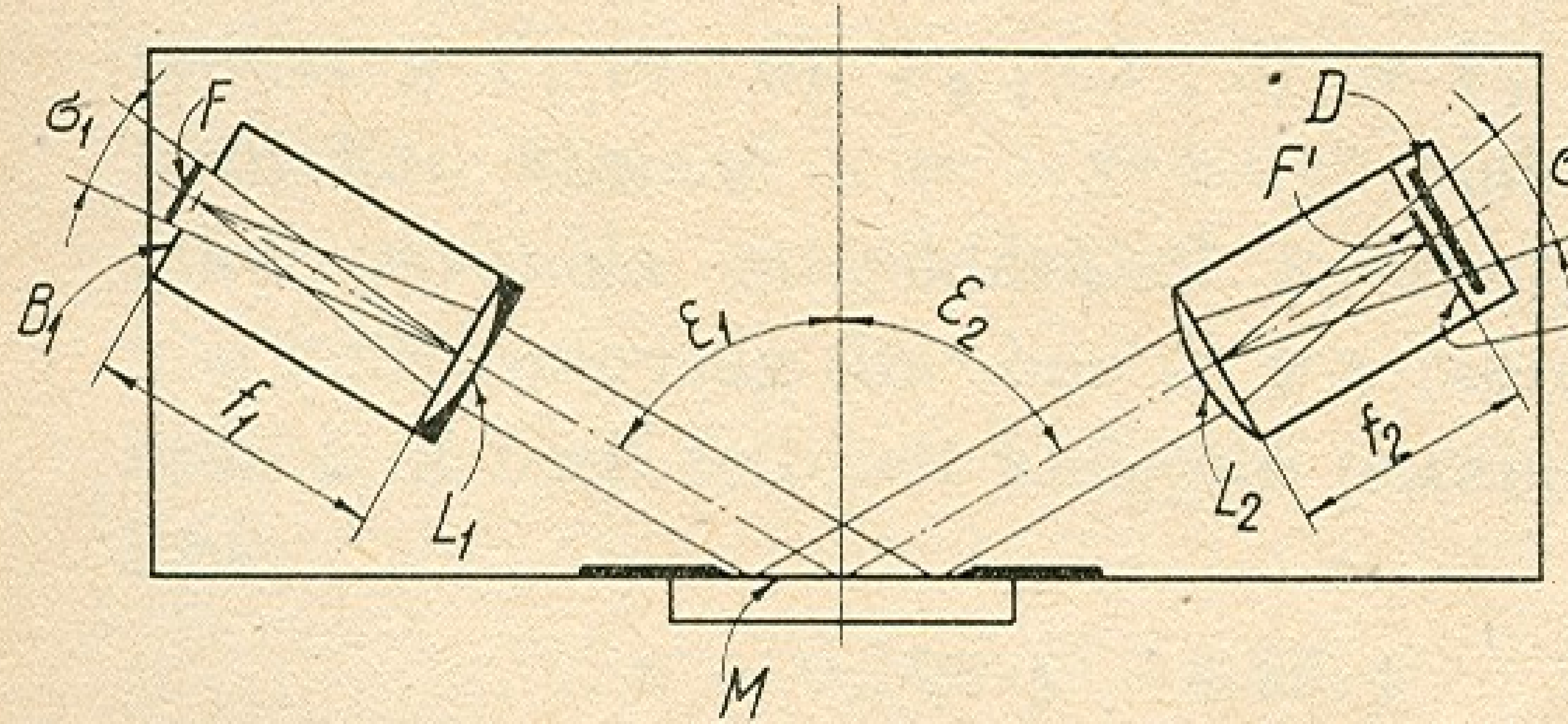
Hazai gyártású fényességmérő készülék

Kőzetek fényesség mérése hazai műszerrel

KÁNTOR KÁROLY* – KAUSAY TIBOR** – KOVÁCSNÉ STÁHL ÁGNES*** – MOLNÁR ISTVÁN****

* MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézet, Budapest
** Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest
*** Budalakk Festék és Műgyantagyár, Budapest
**** Magyar Elektrotechnikai Ellenőrző Intézet, Budapest

Az MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézete fenti elvek szerint kifejlesztett fényességmérőjének optikai elrendezése az *1. ábrán* látható. Az F fényforrás fényét L_1 lencsével párhuzamosítva, ferdén a mérni kívánt M sík felületre ejtjük, majd a felületről visszavert fényt egy második, L_2 lencsével összegyűjtve egy D fényészlelővel mérjük.



1. ábra. A fényességmérő optikai elrendezése

Építőanyag, XXXII. évf., 1981. 7. szám

4. táblázat

Fényesség mérési eredmények

Kőzet megnevezés	Fényességi mérőszám 60°-os geometria mellett, GU	Vizsgálati geometria	Fényességi mérőszám, GU						Fényezettség mértéke
			egyes					középérték	
Tardosi mészkő	88,0	20°	57	56	58	57	57	57,0	igen fényes
Siklósi zöld mészkő	85,5	20°	53	58	56	49	50	53,2	igen fényes
Siklósi sárga mészkő	81,5	20°	44	59	45	55	48	50,2	igen fényes
Polgárdi mészkő	49,5	60°	59	49	52	54	45	51,8	fényes
Nagyharsányi mészkő	28,5	85°	69	73	67	69	67	69,0	félfényes
Zalahalápi bazalt	19,5	85°	57	50	49	62	49	53,4	félfényes
Szobi andezit	18,0	85°	40	38	39	38	38	38,6	félmatt
Nadapi gránit	22,0	85°	33	33	38	41	35	36,0	félmatt
Szobi dácit, III. változat	17,0	85°	34	37	37	35	37	36,0	félmatt
Szobi dácit, I. változat	20,5	85°	35	35	34	35	34	34,6	félmatt
Szobi dácit, II. változat	12,0	85°	19	18	26	21	21	21,0	matt
Balatonrendesi homokkő	16,0	85°	17	16	16	15	16	16,0	matt

A fényezettség mértékét a DIN 53778/Teil 1–1976 szabvány [4] előírásának és mérési eredményeknek figyelembevételével kategorizáltuk. A kategória határokat az *5. táblázatban* tüntettük fel.

5. táblázat

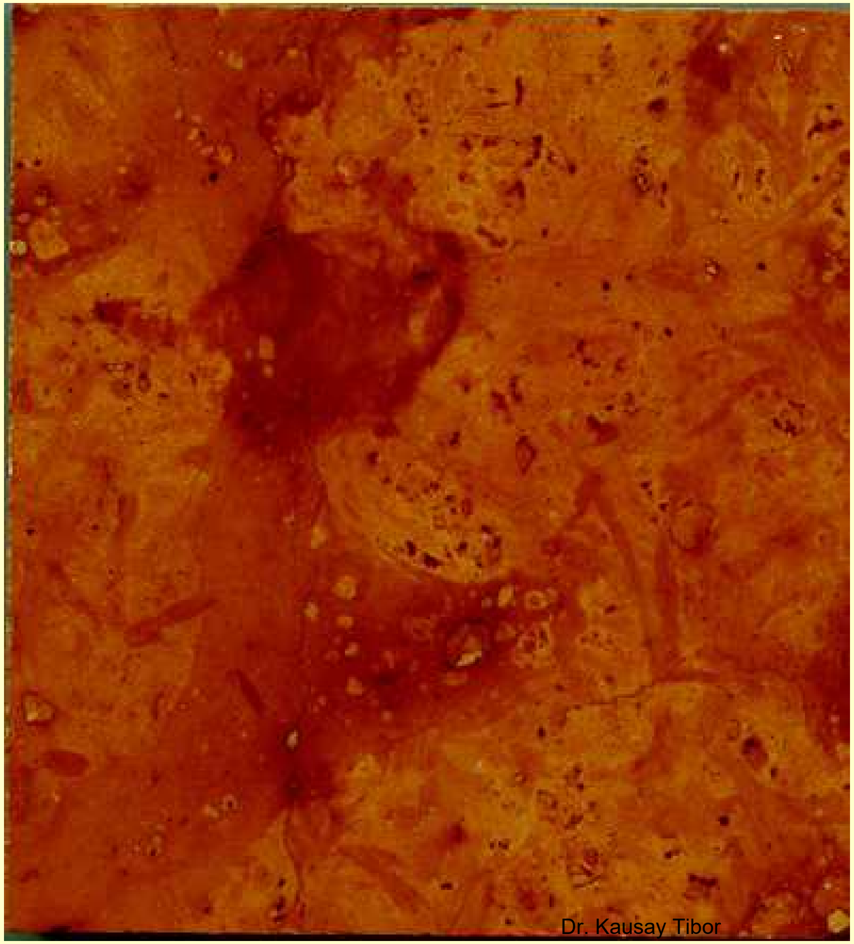
A fényezettség mértéke

Fényességi mérőszám, GU	Vizsgálati geometria		
	20°	60°	85°
0 – 30			matt
30 – 50	fényes	félfényes	félmatt
50 – 70	igen fényes	fényes	félfényes
70 – 100	magas fényű		



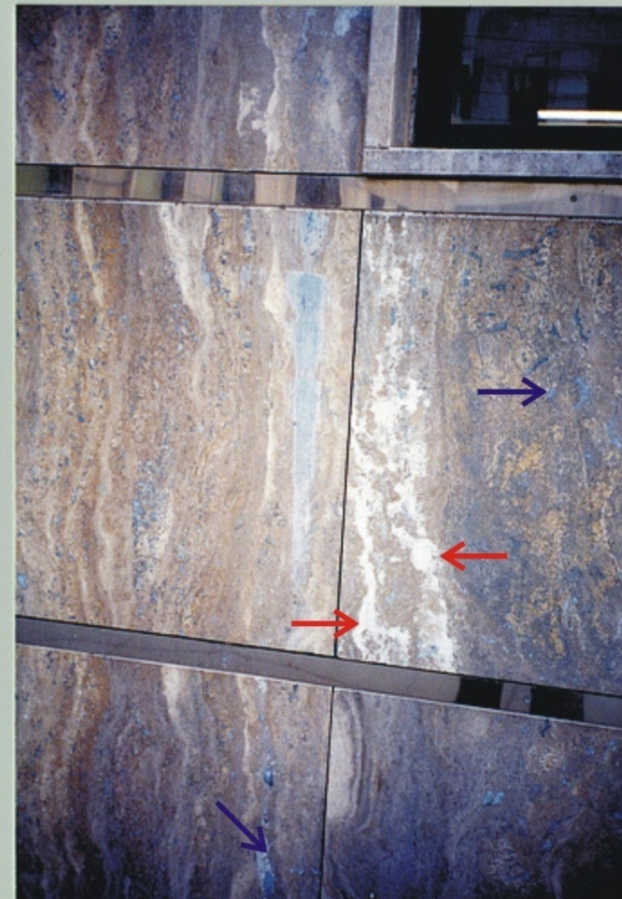
Siklósi mészkő

Tardosi mészkő









11. - 13. fénykép. Árpád Irodaház, udvari homlokzat

Kifehéredett hézag kikenő anyag

Kék színű hézag kikenő anyag, amely megtartotta eredeti színét

691.21.001.4

Magyar Népköztársasági Országos Szabvány	ÉPÍTÉSI KŐANYAGOK FELÜLETI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA Felületi fényesség és fényezhetőség	MSZ 18290/2–80 G 19

Строительные каменные материали. Определение свойств поверхности. Поверхностный блеск и полируемость

Surface properties of building stones. Determination of surface brightiness and the polishing ability

E szabvány alkalmazása abban az esetben kötelező, ha hatóságilag kötelező követelményszabvány vagy egyéb hatósági előírás a vizsgálatot e szabvány szerint rendeli el.*

1. FOGALOMMEGHATÁROZÁSOK

1.1. A felületi fényesség a kőzet fényezett felületének azon tulajdonsága, hogy a ráeső fényt a geometriai optika törvényszerűsége szerint részben szabályosan, részben szórtan veri vissza anélkül, hogy monokromatikus összetevői megváltoznának.

1.2. A fényezhetőség a sík kőzetfelület felületi fényességének optimális (meghatározott laboratóriumi körülmények közötti) fényezés hatására elérhető maximuma.

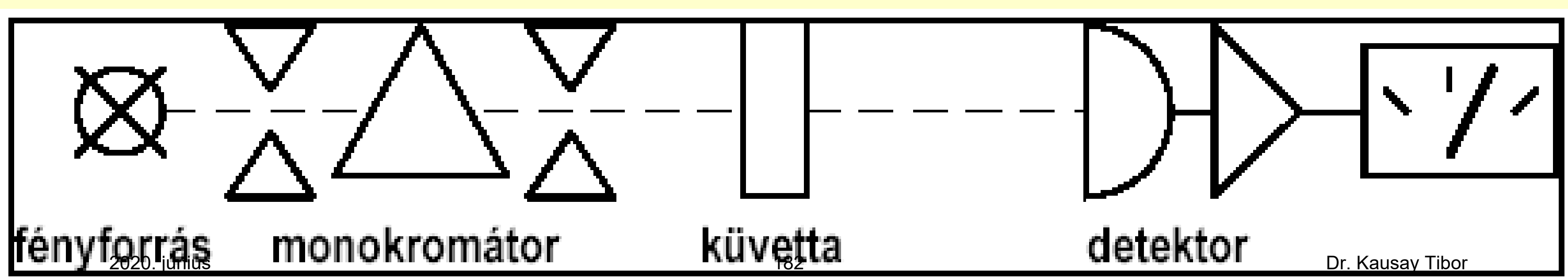


Készülék a színes üveg fényáteresztésének mérésére

A Spektromom műszerrel való mérés *abszorpciós fotometria körébe tartozik.* A mérés során egy alapállapotú anyagot világítunk át folytonos sugárzással (általában halogén lámpával) és az átbocsátott/elnyelt sugárzást elemezzük.

A monokromátor feladata, hogy a folytonos sugárzásból kiválaszthassunk egy hullámhosszt (egy szűk sávot), amely a mintánk elnyelési sávjába esik, hiszen a spektrum összes többi hullámhossza csak fölösleges zaj a detektor számára.

A fotodetektor leggyakrabban félvezető fotodióda. A diódasor érzékeli a színszűrőből érkező fényt. A diódasor, és a hozzá kapcsolt elektronika egyszerre elemezi a teljes áteresztési spektrumot.





Köszönöm a szíves figyelmüket…